

#2/priority  
L. Woodward  
5/21/99  
503.36984X00

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE



Applicant(s): Ikuo HIYAMA, et al.  
Serial No.:  
Filed: March 17, 1999  
Title: LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE  
Group:

LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Honorable Commissioner of  
Patents and Trademarks  
Washington, D.C. 20231

March 17, 1999

Sir:


Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on:

Japanese Patent Application No.(s) 10-068128  
Filed: March 18, 1998

A certified copy of said Japanese Patent Application is attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP

A handwritten signature in cursive script, appearing to read "Melvin Kraus".

Melvin Kraus  
Registration No. 22,466

MK/ssr  
Attachment

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

JC526 U.S. PTO  
09/270780  
03/17/99

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1998年 3月18日

出 願 番 号

Application Number:

平成10年特許願第068128号

出 願 人

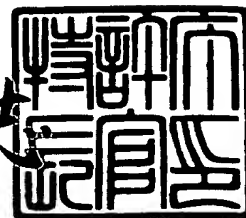
Applicant (s):

株式会社日立製作所

1998年10月23日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

伴佐山 建志



出証番号 出証特平10-3085305

【書類名】 特許願

【整理番号】 1198009191

【提出日】 平成10年 3月18日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02F 1/1347

【発明の名称】 カラー液晶表示装置

【請求項の数】 22

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号  
                        株式会社 日立製作所 日立研究所内

    【氏名】 檜山 郁夫

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号  
                        株式会社 日立製作所 日立研究所内

    【氏名】 津村 誠

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号  
                        株式会社 日立製作所 日立研究所内

    【氏名】 足立 昌哉

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号  
                        株式会社 日立製作所 日立研究所内

    【氏名】 近藤 克己

【発明者】

    【住所又は居所】 千葉県茂原市早野3300番地  
                        株式会社 日立製作所 電子デバイス事業部内

    【氏名】 平方 純一

【発明者】

    【住所又は居所】 千葉県茂原市早野3300番地

株式会社 日立製作所 電子デバイス事業部内

【氏名】 森 祐二

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100068504

【弁理士】

【氏名又は名称】 小川 勝男

【電話番号】 03-3212-1111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013088

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9003094

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 カラー液晶表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一対の透明基板間に液晶層を挟持し、該液晶層の配向状態を制御する電界印加手段を設け、該透明基板の出射側基板に吸収型偏光選択手段を配置した液晶表示素子と該液晶表示素子の背面に照明装置を配置した液晶表示装置において、該一対の透明基板の出射側基板に光拡散手段と該入射側基板に反射型色選択手段と反射型偏光選択手段とを具備し、該液晶表示素子の背面に平行度の高い光を照射し、該反射型色選択手段及び該反射型偏光手段からの反射光を反射する反射手段を配置した照明装置を具備したことを特徴とするカラー液晶表示装置。

【請求項 2】

一対の透明基板間に液晶層を挟持し、該液晶層の配向状態を制御する電界印加手段を設け、該透明基板の出射側基板に吸収型偏光選択手段を配置した液晶表示素子と該液晶表示素子の背面に照明装置を配置した液晶表示装置において、該一対の透明基板の出射側基板に光拡散手段と該入射側基板に反射型偏光選択手段とストライプ状の反射型色選択手段とを具備し、該液晶表示素子の背面に該反射型色選択手段のストライプ方向に略直交する方向には少なくとも指向性を有し該反射型色選択手段及び該反射型偏光手段からの反射光を反射する反射手段を配置した照明装置を具備し、該光拡散手段が少なくとも一軸方向には拡散性を有し、該光拡散手段の拡散軸方向と該照明装置の指向性を有する方向とが交差することを特徴とするカラー液晶表示装置。

【請求項 3】

一対の透明基板間に液晶層を挟持し、該液晶層の配向状態を制御する電界印加手段を設け、該透明基板の出射側基板に吸収型偏光選択手段を配置した液晶表示素子と該液晶表示素子の背面に照明装置を配置した液晶表示装置において、該一対の透明基板の出射側基板に光拡散手段と該入射側基板に反射型偏光選択手段とストライプ状の反射型色選択手段とを具備し、該液晶表示素子の背面に該反射型色選択手段のストライプ方向に略直交する方向には少なくとも指向性を有し該反

射型色選択手段及び該反射型偏光選択手段からの反射光を反射する反射手段を配置した照明装置を具備し、該光拡散手段が少なくとも一軸方向には拡散性を有し、該光拡散手段の拡散軸方向と該照明装置の指向性を有する方向とが略直交することを特徴とするカラー液晶表示装置。

【請求項4】

請求項1乃至3において、少なくともある方位における照明装置からの出射光半値幅 $\theta_1$ （ピーク輝度の1/2になる角度範囲）が前記透明基板の厚み、屈折率をそれぞれ $t$ 、 $n$ とし、前記液晶表示素子のドット短辺の長さを $d$ とすると、下式の関係を満たすことを特徴とするカラー液晶表示装置。

【数1】

$$\theta_1 \leq \sin^{-1} \left( n \sin \left( \tan^{-1} \left( \frac{2d}{t} \right) \right) \right) \quad \dots (1)$$

【請求項5】

請求項1乃至4において、該一对の透明基板の入射側基板に第2の吸収型偏光選択手段を具備したことを特徴とするカラー液晶表示装置。

【請求項6】

請求項2乃至5において、少なくとも該反射型色選択手段のストライプ方向には視野角が広い方向になるように該液晶層、該反射型偏光選択手段、該吸収型偏光選択手段、該反射型色選択手段を配置したことを特徴とするカラー液晶表示装置。

【請求項7】

請求項2乃至6において、少なくとも該照明装置の光導光体が裏面に微細な溝を有する一軸方向に指向性を有することを特徴とするカラー液晶表示装置。

【請求項8】

請求項2乃至7において、該照明装置がサイドライト方式でランプの長軸方向と該反射型色選択手段のストライプ方向が略平行であることを特徴とするカラー液晶表示装置。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 において、該照明装置上に少なくとも一軸方向に指向性を有する配光制御手段を有することを特徴とするカラー液晶表示装置。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 において、該透明基板の一方に吸収型色選択手段を具備することを特徴とするカラー液晶表示装置。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 において、該液晶層が略 90 度捩じれたツイストネマチック液晶層で、ノーマリーホワイト表示モードになるように該吸収型偏光選択手段と該反射型偏光選択手段とを配置したことを特徴とするカラー液晶表示装置。

【請求項 12】

請求項 1 乃至 10 において、該液晶層が該電界印加手段によりホモジニアス配向とホメオトロピック配向を制御できる液晶層であることを特徴とするカラー液晶表示装置。

【請求項 13】

請求項 1 乃至 10 において、該電界印加手段により該一对の透明基板に平行に電界を印加することを特徴とするカラー液晶表示装置。

【請求項 14】

請求項 1 乃至 13 において、該光拡散手段が該吸収型偏光選択手段の内側に配置され偏光を維持することを特徴とするカラー液晶表示装置。

【請求項 15】

請求項 1 乃至 14 において、少なくとも該反射型偏光選択手段又は該反射型色選択手段のどちらかに偏光の透過と反射とを制御する誘電体多層膜が含まれることを特徴とするカラー液晶表示装置。

【請求項 16】

請求項 1 乃至 14 において、少なくとも該反射型偏光選択手段又は該反射型色選択手段のどちらかに偏光の透過と反射とを制御するコレステリック液晶層が含まれることを特徴とするカラー液晶表示装置。

## 【請求項 17】

一対の透明基板間に液晶層を挟持し、該液晶層の配向状態を制御する電界印加手段を設け、該透明基板の出射側基板に吸収型偏光選択手段を配置した液晶表示素子と該液晶表示素子の背面に照明装置を配置した液晶表示装置において、該一対の透明基板の出射側基板に光拡散手段と該入射側基板に反射型偏光選択手段とストライプ状の反射型色選択手段とを具備し、該液晶表示素子の背面に該反射型色選択手段のストライプ方向に略直交する方向には少なくとも指向性を有し該反射型色選択手段及び該反射型偏光選択手段からの反射光を反射する反射手段を配置した照明装置を具備し、該光拡散手段が少なくとも一軸方向には拡散性を有し、該光拡散手段の拡散軸方向と該照明装置の指向性を有する方向とが略直交し、該液晶表示素子の広視野角方向と該反射型色選択手段のストライプ方向とが略一致するように該液晶表示素子を配置したことを特徴とするカラー液晶表示装置。

## 【請求項 18】

一対の透明基板間に液晶層を挟持し、該液晶層の配向状態を制御する電界印加手段を設け、該透明基板の出射側基板に吸収型偏光選択手段を配置した液晶表示素子と該液晶表示素子の背面に照明装置を配置した液晶表示装置において、該一対の透明基板の出射側基板に光拡散手段と該入射側基板に第2の吸収型偏光選択手段と反射型偏光選択手段とストライプ状の反射型色選択手段とを具備し、該液晶表示素子の背面に該反射型色選択手段のストライプ方向に略直交する方向には少なくとも指向性を有し該反射型色選択手段及び該反射型偏光選択手段からの反射光を反射する反射手段を配置した照明装置を具備し、該光拡散手段が少なくとも一軸方向には拡散性を有し、該光拡散手段の拡散軸方向と該照明装置の指向性を有する方向とが略直交し、該液晶表示素子の広視野角方向と該反射型色選択手段のストライプ方向とが略一致するように該液晶表示素子を配置したことを特徴とするカラー液晶表示装置。

## 【請求項 19】

一対の透明基板間に液晶層を挟持し、該液晶層の配向状態を制御する電界印加手段を設け、該透明基板の出射側基板に吸収型偏光選択手段を配置した液晶表示素子と該液晶表示素子の背面に照明装置を配置した液晶表示装置において、該一



対の透明基板の出射側基板に光拡散手段と該入射側基板に第2の吸収型偏光選択手段と反射型偏光選択手段とストライプ状の反射型色選択手段とを具備し、該透明基板の一方に該反射型色選択手段の配置と略一致した配置の吸収型色選択手段を具備し、該液晶表示素子の背面に該反射型色選択手段のストライプ方向に略直交する方向には少なくとも指向性を有し該反射型色選択手段及び該反射型偏光選択手段からの反射光を反射する反射手段を配置した照明装置を具備し、該光拡散手段が少なくとも一軸方向には拡散性を有し、該光拡散手段の拡散軸方向と該照明装置の指向性を有する方向とが略直交し、該液晶表示素子の広視野角方向と該反射型色選択手段のストライプ方向とが略一致するように該液晶表示素子を配置したことを特徴とするカラー液晶表示装置。

【請求項20】

一对の透明基板間に液晶層を挟持し、該液晶層の配向状態を制御する電界印加手段を設け、該透明基板の出射側基板に吸収型偏光選択手段を配置した液晶表示素子と該液晶表示素子の背面に照明装置を配置した液晶表示装置において、該一对の透明基板の出射側基板に光拡散手段と該入射側基板に第2の吸収型偏光選択手段と反射型偏光選択手段とストライプ状の反射型色選択手段とを具備し、該液晶表示素子の背面に該反射型色選択手段のストライプ方向に略直交する方向には少なくとも指向性を有し該反射型色選択手段及び該反射型偏光選択手段からの反射光を反射する反射手段を配置した照明装置を具備し、該光拡散手段が該吸収型偏光選択手段の内側に配置され偏光を維持し、少なくとも一軸方向には拡散性を有し、該光拡散手段の拡散軸方向と該照明装置の指向性を有する方向とが略直交し、該液晶表示素子の広視野角方向と該反射型色選択手段のストライプ方向とが略一致するように該液晶表示素子を配置したことを特徴とするカラー液晶表示装置。

【請求項21】

一对の透明基板間に液晶層を挟持し、該液晶層の配向状態を制御する電界印加手段を設け、該透明基板の出射側基板に吸収型偏光選択手段を配置した液晶表示素子と該液晶表示素子の背面に照明装置を配置した液晶表示装置において、該一对の透明基板の出射側基板に光拡散手段と該入射側基板に第2の吸収型偏光選択

手段と反射型偏光選択手段とストライプ状の反射型色選択手段とを具備し、該透明基板の一方に該反射型色選択手段の配置と略一致した配置の吸収型色選択手段を具備し、該液晶表示素子の背面に該反射型色選択手段のストライプ方向に略直交する方向には少なくとも指向性を有し該反射型色選択手段及び該反射型偏光選択手段からの反射光を反射する反射手段を配置した照明装置を具備し、該光拡散手段が該吸収型偏光選択手段の内側に配置され偏光を維持し、少なくとも一軸方向には拡散性を有し、該光拡散手段の拡散軸方向と該照明装置の指向性を有する方向とが略直交し、該液晶表示素子の広視野角方向と該反射型色選択手段のストライプ方向とが略一致するように該液晶表示素子を配置したことを特徴とするカラー液晶表示装置。

【請求項 22】

一対の透明基板間に略90度捩れたツイステッドネマチック液晶層を挟持し、該液晶層の配向状態を制御する電界印加手段を設け、該透明基板の出射側基板に吸収型偏光選択手段を配置した液晶表示素子と該液晶表示素子の背面に照明装置を配置した液晶表示装置において、該一対の透明基板の出射側基板に光拡散手段と該入射側基板に第2の吸収型偏光選択手段と反射型偏光選択手段とストライプ状の反射型色選択手段とを具備し、該透明基板の一方に該反射型色選択手段の配置と略一致した配置の吸収型色選択手段を具備し、該液晶表示素子の背面に該反射型色選択手段のストライプ方向に略直交する方向には少なくとも指向性を有し該反射型色選択手段及び該反射型偏光選択手段からの反射光を反射する反射手段を配置した照明装置を具備し、該光拡散手段が該吸収型偏光選択手段の内側に配置され偏光を維持し、少なくとも一軸方向には拡散性を有し、該光拡散手段の拡散軸方向と該照明装置の指向性を有する方向とが略直交し、該液晶表示素子の広視野角方向と該反射型色選択手段のストライプ方向とが略一致するように該液晶表示素子を配置したことを特徴とするカラー液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、偏光変換、波長選択性を利用した光の再利用によるカラー液晶表示

装置に関する。特に、カラー液晶表示素子の背面に照明装置を配置した透過型カラー液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、液晶表示装置、特にカラー液晶表示装置の技術進歩は、目覚ましく、CRTに劣らぬ表示品質のディスプレイが数多く見られるようになった。更に、ノートパソコンが普及し、照明装置としてバックライト無しでは、ディスプレイとしての体をなさず、バックライトは直視型カラー液晶表示装置における必須デバイスである。

【0003】

現在、市場を占める直視型カラー液晶表示装置は、大別してTFT（薄膜トランジスタ）を用いたアクティブマトリクス駆動による液晶表示装置とマルチプレックス駆動のSTN（スーパーツイステッドネマチック）液晶表示装置との2方式がある。いずれも液晶層をガラス基板で保持した素子の両側に偏光板を配置し、直線偏光の偏光状態を変調して表示を行うものである。TFTを用いた液晶表示装置には代表的なTN（ツイストネマチック）方式、それ以外の方式にVAN（垂直配向ネマチック液晶）方式、IPS（横電界）方式等様々な方式が用いられている。上記2方式は、照明装置上に配置され照明装置からの透過光の偏光を制御して画像表示を行う。カラー液晶表示装置の光損失を見積ると、偏光板による光損失は、60%程度である。また、カラー表示を行う場合、面分割したカラーフィルタを配置した表示装置では、カラーフィルタの損失は70%以上ある。この偏光板、カラーフィルタにより88%程度の光が損失となっている。従って、他の損失を排除しても偏光板及びカラーフィルタによる吸収損失で、照明装置からの出射光のうち高々12%程度しか利用できないことになる。しかしながら、ノートパソコン用の液晶ディスプレイである液晶表示装置に対する要求は、薄型、軽量のみならず、低消費電力で高輝度の表示である。更に、デスクトップコンピュータやワークステーション等のディスプレイとして低消費電力化の要求も高い。従って、液晶ディスプレイに対する低消費電力化は、至上命題の一つである。

【0004】

これに対して、偏光板、カラーフィルタによる吸収損失を無くし、明るさ向上を実現するための技術が、特開平6-130424号、特開平6-167718号に開示されている。この技術は、特定波長の光を効率良く利用するために、特定波長の所定方向円偏光の反射・透過をコレステリック液晶層により制御して、反射光を再利用することにより光利用効率向上を行うものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

特開平6-130424号公報、特開平6-167718号公報においては、それぞれ色選択層を基板の外側及び内側に配置する構成が開示されている。開示技術の構成を図30、図31に示す。図30は、ガラス基板101、104間に液晶103を挟持し出射側に選択層100、入射側に色選択層であるコレステリック層106及びフィルタ層105を配置しており、コレステリック層106の裏面に光源107及び反射板108を配置した構造である。しかしながら、光源の特性等については何ら触れられていない。従って、図30のように色選択層であるコレステリック層106がガラス基板104の外部に配置された構成の場合、正面から見た出射光110は、コレステリック層106と液晶103が同一のドット（同一の色を表示する領域）を透過するために、表示色に混色等の問題が生じない。しかしながら、斜め方向から見た場合の斜め出射光109は、例えば赤（又は緑、青）の色選択層106を透過した光が、隣のドットである緑（又は青）の変調信号で透過光が制御されることになる。従って、斜めから見た場合、基板104の厚み（通常ガラス基板の厚みは1.1mm又は0.7mm、ドットピッチは100 $\mu$ m程度）のために、見る角度により正しい色が表示されないことになる。

【0006】

一方、このガラス基板104の厚みの影響を無くすために、図31に示すように色選択層112及び位相差板111を内蔵した構造も開示されている。その他の構成は図30と同様である。しかしながら、光源の特性に絡む斜め入射に対する問題については何ら触れられていない。公知例に開示されている図31の構成では、色選択層112と位相差板111により液晶層103への偏光状態を制御

し、その偏光状態を液晶層 103 で制御して表示を行っている。しかしながら、色選択層 112 に用いているコレステリック液晶層は斜め入射に対して偏光度が悪いばかりか、不必要な色の光漏れを生じる。つまり、斜め入射に対しては、所望の偏光以外の偏光及び、所望の色以外の色に漏れを生じ、コントラスト比、色再現性、視野角特性の低下で代表される表示品質劣化を招く。

#### 【0007】

そこで、本発明の目的は、偏光板・カラーフィルタによる吸収損失を無くし、光利用効率の向上を目指すものであるが、従来技術では問題であったガラス基板の厚みによる画質の劣化（不鮮明さ）及び、斜め方向での画質の劣化（コントラスト比低下、表示色の劣化）を排除し、斜め方向から見た場合でも表示品質の高い広視野角のカラー液晶表示装置を得ることにある。

#### 【0008】

本発明の他の目的は、後述の実施例の説明から明らかになるう。

#### 【0009】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明では以下の手段を用いる。一対の透明基板間に液晶層を挟持し、該液晶層の配向状態を制御する電界印加手段を設け、該透明基板の出射側基板に吸収型偏光選択手段を配置した液晶表示素子と該液晶表示素子の背面に照明装置を配置した液晶表示装置において、該一対の透明基板の出射側基板に光拡散手段と該入射側基板に反射型色選択手段と反射型偏光選択手段とを具備し、該液晶表示素子の背面に平行度の高い光を照射し、該反射型色選択手段及び該反射型偏光手段からの反射光を反射する反射手段を配置した照明装置を具備したことを特徴とするカラー液晶表示装置である。

#### 【0010】

まず、上記手段の個々の作用について説明する。電界印加手段は、該液晶層の配向状態を制御するための電極及び電極に電圧を印加する回路等から構成され、電界印加手段により液晶層の配向状態を制御し、液晶層を透過する偏光の偏光状態を制御することにより表示を行う。吸収型偏光選択手段は、例えば直交する一方の直線偏光を透過し、他方の直線偏光を吸収する不要偏光を吸収する所謂直線

偏光板、または、二つの円偏光の内一方を透過し、他方の円偏光を吸収する不要偏光を吸収する所謂円偏光板である。反射型偏光選択手段は、例えば直交する一方の直線偏光を透過し、他方の直線偏光を反射する不要偏光を反射する直線偏光板、または、二つの円偏光の内一方を透過し、他方の円偏光を反射する不要偏光を反射する円偏光板である。反射型色選択手段は、ある波長領域（例えば中心波長 550 nm に対し  $\pm 40$  nm 程度）の直線偏光（又は円偏光）を透過し、他の波長領域の直線偏光（又は円偏光）を反射する不要波長領域の光を反射する所謂カラーフィルタである。詳細は、実施例から明らかになるが、コレステリックの特性反射や誘電体多層膜の特性を利用したものである。光拡散手段は、光拡散手段への入射光を拡散する例えば、ホログラムや屈折率の不均一性を有する散乱媒体であり、好ましくは偏光を維持するものであり、照明装置からの平行度の高い光を液晶表示素子の出射側を広げることにより広視野角化を果たす役割を示すものである。照明装置とし出射光の平行度を高める手段として、例えば、裏面にストライプ状の微細溝を有する楔型の導光体及び導光体上にストライプ溝とは直交するストライプ状の三角形を有するレンズシートを配置する。これにより、導光体のストライプ微細溝によりストライプ方向に垂直方向には平行度の高い出射光が得られ、更に、レンズシートによりそれに直交する方向にも平行度を高めることができる。全方位に平行度の高い照明装置を得ることができる。その他の平行光化手段は実施例より明らかになるであろう。

#### 【0011】

照明装置の平行度が悪い場合、画像の不鮮明さ、混色が生じる問題は、図 30、図 31 の公知例で示した通りであるが、照明装置の平行度が鮮明な画像を得るためには重要になる。図 32 の液晶表示素子を用いて、光源の必要な平行度について検討した。まず、本発明では、出射側に吸収型偏光選択層 10、光拡散層 11 を配置した透明基板 12、14 間に液晶層 13 を配置し、入射側に反射側色選択層 30 である位相差板 16 及びコレステリック層 17 を配置した構造である。透明基板 12、14 の厚み  $12t$ 、 $14t$  を共に  $t$ 、ドットピッチ 13A を  $d$ 、液晶表示素子 40 への入射光の入射角度 130 を  $\theta_1$ 、透明基板 14 への入射角度 131 を  $\theta_2$ 、透明基板 12、14 の屈折率を  $n$  とする。ここで、画素は

RGBの3ドットで1画素となり、1ドットは通常縦横比3:1であり、1ドットの短辺をドットピッチdとした。また、斜め入射における透明基板の厚みによる混色、不鮮明さは、ピーク輝度の1/2になる輝度の角度において、少なくとも2ドット分以内に収めないと画像が不鮮明になる。従って、入射光の入射角度 $\theta_1$ は、下記を満足しなければならない。

【0012】

【数2】

$$\theta_1 \leq \sin^{-1} \left( n \sin \left( \tan^{-1} \left( \frac{2d}{t} \right) \right) \right) \quad \dots (1)$$

【0013】

透明基板の屈折率 $n=1.53$ ，厚み $t=700\mu\text{m}$ ，ドットピッチ $d=100\mu\text{m}$ とすると、入射光の入射角 $\theta_1$ は、 $24.9^\circ$ 以下でなければ、入射光が他の色のドットと重なり、混色、不鮮明さ等の画質低下を招く。従って、照明装置の平行度としては少なくとも半値幅（ピーク輝度の1/2になる輝度の角度範囲）で（1）を満足す角度範囲にする必要があり、本実施例で使用した透明基板、画素においては、 $24.9^\circ$ 以下が必要である。

【0014】

次に、反射型色選択手段30，反射型偏光選択手段31の作用について図2を用いて詳細に説明する。反射型色選択手段30の一例として、コレステリックの特性反射を利用したコレステリック層17A～17Cと各波長に対して1/4波長として作用する位相差板16を用いる。この位相差板16は、各色において1/4波長として作用するようにコレステリック層17同様に各色毎に配置されていても良い。反射型偏光選択手段31として例えば、少なくとも3原色に対して特性反射を有するコレステリック層18Aを用い、コレステリック層17A～17Cとは逆ねじりの層とする。反射型色選択手段30としてのコレステリック層17A～17Cと位相差板16及び反射型偏光選択手段31としてのコレステ

リック層 18A を導光手段 22 と反射手段 21 からなる照明装置上に配置する。

この反射型偏光選択手段 31 としてのコレステリック層 18A を用いることは既知であり、特開平 3-45906 号公報、特開平 6-324333 号公報に開示された技術を適用することができる。コレステリック層による特性反射波長  $\lambda = (n_o + n_e) / 2 P$  はコレステリックの螺旋ピッチ  $P$ 、材料ので常方向  $n_o$ 、異常方向屈折率  $n_e$  で決まり、特性反射帯域  $\Delta \lambda = \Delta n P$  は、屈折率異方性  $\Delta n = n_e - n_o$  と螺旋ピッチ  $P$  で決まる。しかしながら、 $\Delta n$  は高々 0.3 程度であり全可視域をカバーすることができないため、異なるピッチのコレステリック層を積層あるいは、コレステリック層内でピッチを変化させて対応する。また、反射型色選択手段 30 としてのコレステリック層 17A~17C は、反射型偏光選択手段 31 と同様の材料を用いることができ、赤、緑、青の特性反射をするようにそれぞれの層の螺旋ピッチを設定する。特性反射中心波長、特性反射帯域は限定されないが、それぞれの中心波長を 470 nm、550 nm、620 nm とし、特性反射帯域を  $\pm 35$  nm 程度が好ましい。

#### 【0015】

説明の都合上、コレステリック層 17A~17C は右捻じれ、コレステリック層 18A は左捻じれとする。従って、コレステリック層 18A は、可視領域で左円偏光を反射し、右円偏光を透過する。また、コレステリック層 17A、17B、17C はそれぞれ、赤色の右円偏光、緑色の右円偏光、青色の右円偏光を反射し、それ以外の色を透過する。

#### 【0016】

透明アクリル樹脂からなる導光手段 22 からの白色無偏光である出射光 200 は、反射型偏光選択手段であるコレステリック層 18A に入射し、透過光は白色の右円偏光 201 に反射光は白色の左円偏光 203 となる。透過光である白色の右円偏光 201 は、コレステリック層 17A、17C に入射し、緑色の右円偏光 202 が透過し、青色、赤色の右円偏光 206 は反射される。また、透過した緑色の右円偏光は位相差板 16 により緑色の直線偏光 213 になる。

#### 【0017】

一方、反射された白色の左円偏光 203 は、導光手段 22 の裏面に配置された



反射手段 21 で反射され、左円偏光 207 になり、コレステリック層 18A を透過する。コレステリック層 18A を透過した白色の右円偏光はコレステリック層 17B, 17C に入射し、赤色の右円偏光 205 のみが透過し、残りの右円偏光 211 は反射される。透過した右円偏光 205 は、位相差板 16 により緑色の直線偏光 213 と同一方向の赤色直線偏光 214 に変換される。

【0018】

反射された青色、赤色の右円偏光 206 は反射手段 21 で反射され青色、赤色の左円偏光 207 になり、コレステリック層 18A で左円偏光 208 のまま反射され、再び反射手段 21 で反射され右円偏光 209 になる。右円偏光 209 は、コレステリック層 18A を透過し、コレステリック層 17A, 17B へ入射し、青色右円偏光 210 のみ透過し、残りは反射される。透過した青色右円偏光 210 は、位相差板 16 で直線偏光 213, 214 と同一方向の直線偏光 215 に変換される。ここで、導光手段 22, 反射手段 21 に散乱による偏光解消がない場合を例に挙げて説明したが、偏光解消がある場合には、所望の偏光成分のみ透過し、不要の偏光成分は反射されることを繰り返すことにより光の再利用が行われる。

【0019】

また、反射型色選択層であるコレステリック層からの反射光 211, 212 は、上記と同様な現象で再利用される。

【0020】

次に、反射型色選択手段 30, 反射型偏光選択手段 31 の作用について図 3 を用いて説明する。反射型色選択手段 30 の一例として、各色の直交する一方の直線偏光を透過し、他方の直線偏光を反射する誘電体多層膜 19A~19C を利用する。反射型偏光選択手段 31 として例えば、少なくとも 3 原色に対して直交する一方の直線偏光を透過し、他方の直線偏光を反射する誘電体多層膜 18B とする。誘電体多層膜 19A~19C と誘電体多層膜 18B の偏光方向は直交するように配置する。反射型色選択手段 30 としての誘電体多層膜層 19A~19C 及び反射型偏光選択手段 31 としての誘電体多層膜層 18B を導光手段 22 と反射手段 21 からなる照明装置上に配置する。好ましくは、各波長に対して 1/4 波

長として働く位相差板 16A を誘電体多層膜 18B と反射手段 21 間に配置する。更に好ましくは、反射型色選択手段である層に合わせてストライプ状にして各色に対して位相差を合わせた位相差板 16A とする。

#### 【0021】

この反射型偏光選択手段 31 としての誘電体多層膜 18B を用いることは既知であり、WO95/27919 に開示された技術を適用することができる。また、反射型色選択手段 30 としての誘電体多層膜層 19A～19C は、反射型偏光選択手段 31 と同様の材料を用いることができ、赤、緑、青の直交する直線偏光の一方の直線偏光を透過し、他方の直線偏光を反射するようにそれぞれの層を設定する。

#### 【0022】

説明の都合上、図面に垂直方向の直線偏光を＋として、図面の左右方向の直線偏光を－として表記する。透明アクリル樹脂からなる導光手段 22 からの白色無偏光である出射光 200A は、反射型偏光選択手段である誘電体多層膜 18B に入射し、透過光は白色の＋直線偏光 201A に反射光は白色の－直線偏光 203A となる。透過光である白色の＋直線偏光 201A は、誘電体多層膜層 19A, 19C に入射し、緑色の＋直線偏光 202A が透過し、青色、赤色の＋直線偏光 209A は反射される。

#### 【0023】

一方、反射された白色の直線偏光 203A は、位相差板 16A で右円偏光 204A に変換され、導光手段 22 の裏面に配置された反射手段 21 で反射され、左円偏光 205A になり、再び位相差板 16A を透過して、＋直線偏光 206A に変換され、誘電体多層膜層 18B を透過し、＋直線偏光 207A になる。誘電体多層膜層 18B を透過した＋直線偏光 207A は誘電体多層膜層 19B, 19C に入射し、赤色の＋直線偏光 208A のみが透過し、残りの＋直線偏光 218A は反射され、同様な原理で再利用される。

#### 【0024】

反射された青色、赤色の＋直線偏光 209A は、位相差板 16A で左円偏光 210A に変換され、反射手段 21 で反射され青色、赤色の右円偏光 211A に

なり、再び位相差板 16 A に入射し、一直線偏光 212 A になり、誘電体多層膜層 18 B で反射され反射された一直線偏光 213 A は、位相差板 16 A を透過後右円偏光 214 A になり、反射手段 21 で反射され左円偏光 215 A になり、再び位相差板 16 A を透過し+直線偏光 216 A となり、誘電体多層膜層 18 B を透過する。透過光である+直線偏光 216 A は、誘電体多層膜層 19 A, 19 B に入射し、青色の+直線偏光のみが透過し、残りが反射され反射光 219 A となり同様な原理で再利用される。ここで、導光手段 22, 反射手段 21 に散乱による偏光解消がない場合を例に挙げて説明したが、偏光解消がある場合には、所望の偏光成分のみ透過し、不要の偏光成分は反射されることを繰り返すことにより光の再利用が行われる。

## 【0025】

以上図 2, 図 3 で反射型色選択手段 30 と反射型偏光選択手段 31 の作用について述べたが、手段 30 にコレステリック層、手段 31 に誘電体多層膜層を、手段 30 に誘電体多層膜層、手段 31 にコレステリック層を用いることもでき、限定されるものではない。

## 【0026】

更には、図 2, 図 3 で説明した反射型偏光選択手段 31 の視野角特性は一般的に吸収型偏光板と比較すると悪い（斜め入射により所望の偏光状態からずれた偏光状態になる）ので、照明装置の平行度に合わせて必要であれば、液晶表示素子の入射面側に図 13 に示すよう吸収型偏光選択手段 15 を配置することが好ましい。更に、反射型色選択手段 30 の視野角特性も一般に悪く、斜め入射により偏光状態が所望の偏光状態からずれるため、照明装置の平行度に合わせて必要であれば、図 25 の液晶表示素子内に吸収型色選択手段としてカラーフィルタを配置することが好ましい。

## 【0027】

更には、反射型色選択手段をストライプ状に配置しそのストライプ方向に直交する方向に指向性を有する照明装置を用い、表示面側でその指向性を有する方向のみ拡散させることで反射型色選択手段間の混色のない広視野角な表示を得る。このように反射型色選択手段をストライプ状に配置すれば、そのストライプ方向

には指向性を設けることなく画素（ドット）間の混色による画質の劣化を排除することができる。また、照明装置も一方向にのみ平行度（指向性）を高めることにより、照明装置自体の出射光量を増加させることができるばかりか、構造も単純化することができる。例えば、上記照明装置のストライプ微細溝を反射型色選択手段のストライプ方向と略平行にし、導光体上部のレンズシートを省くことができる。

## 【0028】

更に、反射型色選択手段の液晶層側に第2の吸収型偏光選択手段を配置することで、斜め入射に対する反射型色選択手段の特性変化（色変化，偏光変化）を補償し、斜め入射光に対する色再現性の高い表示を得る。ストライプ方向には、光源の広がりが存在しても、ストライプ方向は同色であるために混色等の問題がなくなるばかりか、光の利用効率を劣化させることなく、指向性を高めることができ光利用効率の高いカラー液晶表示装置が実現できる。

## 【0029】

更に好ましくは、反射型色選択手段のストライプ方向には視野角が広い液晶表示モードを用いることで、表示面側の拡散板で拡散されない方向での斜め入射光においても表示品質の高い表示を得る。更に好ましくは、ランプの長手方向と該色選択手段のストライプ方向が略平行に配置することで照明装置の構成が容易になる。

## 【0030】

上記手段を用いることで、従来問題であった基板の厚みによる画質の劣化及び、斜め入射に対するコントラスト比、表示色等の表示性能の劣化を防止でき、吸収損失の少ない低消費電力で明るい表示装置を得ることができる。つまり、光源の全方位での平行度を高め、液晶表示素子の出射側に光拡散手段を配置することで、反射型色選択手段及び液晶層を透過する光を基板に略垂直に透過させ、表示面側で光拡散させて広視野角を実現する。このため、従来問題であった斜め入射に対する問題は解決され、視野角による画質劣化のない広視野角な表示装置を得ることができる。更には、反射型色選択手段及び反射型偏光選択手段からの反射光を効率良く利用でき光の再利用による効率向上も図れる。

## 【0031】

本発明のその他の手段及び作用は実施例で明らかにする。

## 【0032】

## 【発明の実施の形態】

まず、本発明の実施例について図1を用いて説明する。本発明は、図面の左右方向に指向性の強い（平行度の高い）照明装置20、反射型偏光選択手段としてコレステリック層31、反射型色選択層30としてコレステリック層31とは逆振じれの2層コレステリック層17と1/4波長板として作用する位相差板16、液晶表示素子40の上部側に光拡散手段として偏光を維持する光散乱層11で構成される。光散乱層11としては、住友化学製の光制御フィルム（商品名：ルミスティ）を使用した。住友化学製の光制御フィルムは、例えば文献、住友化学1991, p37～p48の“光制御機能を有する高分子膜ールミスティ―”に記載の技術である。図1において反射型色選択層30は、特定波長の特定偏光を透過し、特定偏光のその他の波長を反射する。例えば三原色（赤、緑、青）の内の一色を透過し、他の色を反射する。また、コレステリック層31は、少なくとも可視波長領域で、一方の円偏光を透過し、他方の円偏光を反射する。このように照明装置20上にコレステリック層31、反射型色選択層30、液晶表示素子40を配置することにより、前述のように各層30、31からの反射光を再利用でき吸収損失の少ない光利用効率の高い液晶表示装置を実現できる。

## 【0033】

本発明の照明装置20として、エッジライト型又は直下型の照明装置を用いる。直下型は光源が照光面の内側にある方式で、エッジライト型は、光源が照光面の外側に配置され、照光面である導光板22が透明なアクリル樹脂等からなり、その1辺もしくは2辺に円柱状の光源を配置し、その外側に反射体からなるランプカバー（反射板24）を設けて導光体内へ導入する方式である。照明装置20のランプ光源として、表示装置の大きさに応じた発光長を有する蛍光ランプを用いる。少なくとも一軸方向に指向性を持たせるため、例えば、図1のように導光板22の裏面に図面垂直方向には一定の微細な溝を設け、背面反射板21として反射率の高い金属（アルミ・銀等）を配置する。光源23からの出射光の内、導

光板 22 の裏面の左傾斜部に照射された成分は、反射され指向性の強い（図面左右方向）光として上部に出射される。一方、右傾斜部に照射された成分は導光板 22 中を導光することにより面内の均一性が図れる。

#### 【0034】

本実施例では図 4 の斜視図、図 5 の断面図に示す照明装置 20 を用いた。光源 23 は図面に垂直方向に長く、その回りには反射板 24 が配置され光源 23 から出射光 23 A を導光板 22 に導く。光源 23 は冷陰極蛍光ランプを用いたが、これに限定されるものではない。前述のように、斜め入射に対する混色を無くすために、少なくとも図面左右方向には指向性を持たせることが必要である。そこで、透明アクリル樹脂からなる導光板 22 の裏面は、微細な溝構造を形成し、導光板 22 からの出射光の少なくとも図面の左右方向に指向性を持たせた。導光板 22 への入射光 23 A は、微細溝の左傾斜部に入射した光は、傾斜角 A 22 A により反射され出射光 23 C として導光板 22 から出射される。一方、微細構造の右傾斜部に入射した光は、傾斜角 B 22 B により全反射し導光 23 B として図面右方向へ伝播し、図面左傾斜部へ入射した時のみ出射光 23 C となり出射する。導光体 22 裏面の微細構造は、ピッチ 22 C を  $200\ \mu\text{m}$ 、傾斜角 A 22 A  $40^\circ$ 、傾斜角 B 22 B を  $3^\circ$  とした。但し、ピッチ 22 C は  $10\ \mu\text{m} \sim 1000\ \mu\text{m}$  程度、傾斜角 A 22 A は  $20^\circ \sim 50^\circ$  程度、傾斜角 B 22 B は  $0^\circ$  から  $20^\circ$  程度であれば限定されるものではない。照明装置 20 からの出射特性は図 4 に定性的に示すように、図面左右方向は指向性が強く、図面垂直方向は指向性の無い出射特性となる。図 21 に本実施例で用いた照明装置の出射特性を示し、図面垂直方向特性は 25 A、図面左右方向特性は 25 B であり、一軸方向に指向性の強い照明装置を実現できた。照明装置 20 としては、一軸方向（反射型色選択層 30 のストライプに垂直方向）に指向性の強いものであれば本実施例に限定されるものではない。

#### 【0035】

液晶表示素子 40 として、一对の透明基板 12, 14 間に液晶層 13 を挟持し、出射側透明基板 12 に吸収型偏光選択層 10 及び光散乱層 11 を配置する。ここで、液晶層 13 は、 $90^\circ$  度捩じれを有するツイストネマチック層として、屈折

率異方性 $\Delta n d$ を $0.4 \mu m$ とした。また、透明基板12, 14はコーニング7059ガラス基板を使用し、その厚みを $0.7 mm$ とした。光散乱層11は、吸収型偏光選択層10の内側に配置する場合は偏光を維持することが必要であり、前述のように住友化学製のルミスティーを使用した。また、偏光選択層10として日東電工製の偏光板G1220DUを用いた。図1においては、液晶を一定方向にならべるために配向膜、液晶層13に電界を印加するための電極、スイッチング素子、配線等は省略している。また、一ドットの大きさはRGB各 $100 \mu m \times 300 \mu m$ とした。液晶層13として、初期配向（電圧無印加時）として、ホモジニアス配向、ツイスト配向及びホメオトロピック配向を用いることができ、ホモジニアス配向・ツイスト配向は正の誘電異方性を持つ液晶、ホメオトロピック配向は負の誘電異方性を有する液晶を用いる。ツイスト配向としては、90度ツイスト配向が代表的であるが限定されるものではない。後述するが、少なくとも図1の図面に垂直方向には広視野角になるように偏光板、液晶の配向方向等の軸を決定する。

#### 【0036】

従来の照明装置では画像の不鮮明さ、混色の問題が生じた。そこで、反射型色選択層30は、液晶層13のピッチに合わせて図面に垂直方向にストライプ状（画素（ドット）に合わせてピッチ $100 \mu m$ ）の構造とした。本発明に用いた照明装置20は、図面の左右方向に指向性の強い、つまり、平行度の高い出射光特性を有する。これにより、反射型色選択層30のストライプに垂直方向は、平行度が高いため、反射型色選択層30を透過した光が液晶表示素子の同一の色に対応するドットを通過し、上部の光散乱層11により図面の左右方向に拡散されて、画像の不鮮明さ、コントラスト比の低下、色純度の低下のない広視野角な表示を得ることができた。一方、図面に垂直方向は、同一の色を表示するために、必ずしも光源の平行度が高い必要はなく、照明装置20からの出射光を拡散させずにそのままの表示を見るように、照明装置20からの出射光において指向性の強い方向のみには拡散し、それに垂直方向には光散乱層11も拡散する必要がない。これにより、少なくとも反射型色選択層30のストライプに垂直方向にのみ平行度を高めれば、ガラス基板の厚みによる混色を排除することができ、広視野

角な表示が可能となった。その白表示時の出射特性を、図 23 に示す。図面垂直方向は、光散乱層 11 で散乱されない方向であり、照明装置 20 の出射特性を反映した図面垂直方向特性 25 E を得た。また、図面左右方向は、入射光が液晶層 13 を透過後に光散乱層 11 で散乱され 25 F の特性を得た。本実施例では、画像の混色が無く、コントラスト比も高い特性を得ることができた。

#### 【0037】

以上のように本実施例では、画像が不鮮明になることなく、広視野角名表示が実現できた。また、従来の偏光板、カラーフィルタによる吸収損失を低減でき光利用効率が大幅に向上した。まず、導光体 22 からの出射光は無偏光であるが、コレステリック層 31 で一方の円偏光が透過し、他方の円偏光が反射される。透過した円偏光は反射型色選択層 30 で色選択を受け所望の色の円偏光のみ透過（異なる色は反射）し位相差板 16 で直線偏光になり、液晶層 13 で偏光変調を受け吸収型偏光選択層 10 で選択され画像信号に合わせた表示がされる。一方、コレステリック層 31 で反射された他方の円偏光は、導光体裏面の反射板 21 で反射され逆回りの円偏光となりコレステリック層 31 を透過し同様に表示に利用される。同様に、反射された異なる色の反射光は、導光体裏面の反射板 21 で反射を繰り返すうちに所望の色選択層に入射した時に再利用される。従って、反射板 21 や選択層 30, 31 に若干の吸収損失があるが原理的にはすべての光が再利用され光利用効率が大幅に向上できた。本実施例では、コレステリック層 31 及び色選択層 30 が無い時と比較して光利用効率が約 3.5 倍に向上した。

#### 【0038】

次に、一軸及び全方位における平行度の高い照明装置の実施例について説明する。

#### 【0039】

照明装置 20 A の実施例として図 6 に示す照明装置 20 上にストライプ状の三角断面形状を有するレンズシート 26 を用いて、図面奥行き方向にも指向性を有する特性とした。本実施例では、頂角 26 A を 90 度、ピッチを  $50\mu\text{m}$  としたが、限定されるものではない。その結果、左右方向出射特性 300 A, 垂直方向出射特性 301 A に示すように全方位で指向性を強めることができ平行度を向上



できた。その時の出射特性を図 22 に示すが、左右方向出射特性 25D はやや広がったが、垂直方向出射特性 25C の指向性を高めることができた。この照明装置 20A を図 1 に適用することで、指向性による正面輝度の向上と共に、反射型色選択層のストライプ方向の斜め入射光を低減でき視野角における色再現性が向上した。また、この時光散乱層 11 として、住友化学製のルミスティーの光拡散軸方向を直交するように配置することで、液晶層 13 の透過光を全方位にわたり広げることができ、視野角特性が向上できた。その時の白表示時の視野角特性を図 24 に示す。図面垂直方向、図面左右方向共に、光散乱層 11 で散乱され、図面垂直方向 25G、図面左右方向 25H の視野角特性を得た。本実施例では、画像の混色が無い、コントラスト比の高い特性を得ることができた。また、図 23 で得られた特性と比較して正面輝度が 1.3 倍に向上し、全方位略同等の視野角特性を得ることができた。

#### 【0040】

レンズシート 26 に代わり、図 7 に示すコリメートシート 27A を適用する照明装置 20B の実施例を図 8 に示す。コリメートシート 27A としては、ストライプ状の配置で底面が狭くなった透明アクリル樹脂からなり、ピッチ 4mm、高さ 4mm、底面 1mm の形状を用いた。底面が狭く上面に近づくにしたがい広がる構造であれば、形状は限定されるものではない。この結果、このコリメートシート 27A の底面に入射した光は、図面左右方向にのみ指向性を向上した 300B のような特性になり、図面奥行き方向は 301B に示す入射光視野角特性を反映した広がりのある特性となる。このコリメートシート 27A のストライプ方向を照明装置 20 の溝方向と直交するように配置して、導光板 22 とコリメートシート 27A 間は屈折率の略等しい透明媒体で接合した。この結果、導光体 22 の裏面の微細傾斜溝部で反射された光のみ出射されるが、それ以外のコリメートシート 27A が無いときには導光板 22 内で全反射され導光した光もコリメートシート 27A の底面に入射した光は出射される。従って、左右方向の出射特性 300C は、導光体 22 裏面の微細溝により平行光化され、垂直方向出射特性 301C は、コリメートシート 27A により平行光化される。好ましくは、コリメートシート 27A の接着部を底面全域では無く、導光板 22 裏面の微細溝に平行に一定間

隔で接着する。この照明装置20Bを図1に適用すると、指向性による正面輝度の向上と共に、反射型色選択層30のストライプ方向の斜め入射光を低減でき視野角における色再現性が向上した。

#### 【0041】

照明装置の全方位における出射特性を平行化するために、図9に示すコリメートシート27Bを用いる。コリメートシート27Bは、コリメートシート27Aがストライプ状の配置であったものを、正方形の底面上面とし、底面が狭くなった透明アクリル樹脂からなり、ピッチ4mm、高さ4mm、底面1mm角の形状を用いた。底面が狭く上面に近づくに従い広がる構造であれば、形状は限定されるものではない。

#### 【0042】

このコリメートシート27Bを適用した照明装置20C及び20Dをそれぞれ図10、図11に示す。図10は、コリメートシート27Bを適用したサイドライト方式の照明装置20Cで、導光板22とコリメートシート27B間は屈折率の略等しい透明媒体で接合する。その結果、導光板22内を全反射する光の内コリメートシート27Bの底面に入射した光のみ出射され、左右方向300E、垂直方向301Eそれぞれ指向性を有する出射特性となる。また、図11は、コリメートシート27Bを適用した直下型照明装置20Dで、コリメートシート27Aの底面部以外の部分を反射体とする。これにより、一軸方向のみならず全方位において平行度を高めることができた。

#### 【0043】

次に、液晶表示素子40の異なる実施例について説明する。

#### 【0044】

液晶表示素子40の実施例を図12に示す。照明装置20として図1と同等の構造を用いたが、照明装置20A、20B、20C、20Dいずれも使用できる。図1の実施例と異なる点は、反射型色選択層30、反射型偏光選択層31を透明基板14の内側に配置した。ここで、反射型色選択層30を内部に配置することが重要で、反射型偏光選択層31は、画素（ドット）合わせが必要無いため透明基板14の照明装置側に配置しても良い。図1においては、透明基板12、

14の厚みが画像を不鮮明にする要因である。つまり照明装置からの出射光の平行度が悪いと反射型色選択層30と液晶層13のドットが異なる領域を透過することになり混色等を生じる。本構成とすることで、透明基板14の厚みの影響は無くなり照明装置20の平行度が少なくても鮮明な画像を得ることができる。

## 【0045】

液晶表示素子40の実施例を図13に示す。照明装置20として図1と同等の構造を用いたが、照明装置20A, 20B, 20C, 20Dいずれも使用できる。図1の実施例と異なる点は、吸収型偏光選択層15を透明基板14と反射型色選択層30間に配置した。吸収型偏光選択層15として日東電工製の偏光板G1220DUを用いた。本実施例では、反射型色選択層30, 反射型偏光選択層31としてコレステリック層を用いており、偏光度及び偏光の視野角依存性が吸収型偏光選択層と比較して悪いのが現状である。従って、反射型偏光選択層31, 反射型色選択層30上に吸収型偏光選択層15を配置することで、30, 31層からの不要な偏光を吸収型偏光選択層15で吸収することができ、透過光の偏光特性が向上し、表示のコントラスト比が向上できる。

## 【0046】

液晶表示素子40の実施例を図14に示す。照明装置20として図12と同等の構造を用いたが、照明装置20A, 20B, 20C, 20Dいずれも使用できる。図12の実施例と異なる点は、吸収型偏光選択層15を反射型色選択層30と液晶層13間に配置した。吸収型偏光選択層15として日東電工製の偏光板G1220DUを用いた。本実施例では、反射型色選択層30, 反射型偏光選択層31としてコレステリック層を用いており、偏光度及び偏光の視野角依存性が吸収型偏光選択層と比較して悪いのが現状である。従って、反射型偏光選択層31, 反射型色選択層30上に吸収型偏光選択層15を配置することで、30, 31層からの不要な偏光を吸収型偏光選択層15で吸収することができ、透過光の偏光特性が向上し、表示のコントラスト比が向上できる。更に、図13においては、透明基板12, 14の厚みが画像を不鮮明にする要因である。つまり照明装置からの出射光の平行度が悪いと反射型色選択層30と液晶層13のドットが異なる領域を透過することになり混色等を生じる。本構成とすることで、透明基板14の

厚みの影響は無くなり照明装置 20 の平行度が少なくても鮮明な画像を得ることができる。

## 【0047】

液晶表示素子 40 の実施例を図 25 に示す。図 13 の実施例と異なる点は、吸収型色選択層 32 を液晶層 13 の近傍に配置した点である。吸収型色選択層 32 として、従来から用いられている現状の TFT-LCD 等に使用しているカラーフィルタを適用した。吸収型偏光選択層 15 として日東電工製の偏光板 G1220DU を用いた。本実施例では、反射型色選択層 30 としてコレステリック層を用いており、色選択性及び色選択性の視野角依存性が吸収型色選択層と比較して悪いのが現状である。従って、吸収型色選択層 32 を配置することで、30 層からの不要な色を吸収型色選択層 32 で吸収することができ、透過光の色純度が向上し、表示色の色再現性が向上できる。

## 【0048】

液晶表示素子 40 の実施例を図 26 に示す。図 1、図 12、図 13、図 14、図 25 の実施例に適用できる技術であり、反射型色選択層 30 を構成するコレステリック層 17 のピッチをドットピッチの 2 倍の  $200\mu\text{m}$  とした。コレステリック層 17 の 2 層を互いに半ピッチずらすことにより構成され、17A、17B、17C それぞれ緑、赤、青の特性反射を示すコレステリック層とした。このようにコレステリック層 17 のピッチを 2 倍にすることで製造が簡略化できた。

## 【0049】

次に、光散乱層 11 の実施例について説明する。

## 【0050】

光拡散層 11A の特性の一例を図 15 に示す。前記実施例では、光拡散層 11A としては、左右方向には 302A のように散乱性を有し、垂直方向には 303A に示すように散乱性の無い特性を有する一軸光拡散層として住友化学製のルミスティーを使用した。本実施例においては、一軸散乱性を有する光散乱層 11B として、図 16 に示すストライプ状のロッドレンズアレイ（ピッチは約  $50\mu\text{m}$ ）を使用した。その他は図 13、又は図 14 と同様の構造とした。本実施例で使用了照明装置 20 は、左右方向に指向性の強いものであり、液晶層 13 透過後に

一軸光散乱層 11B で広げることで、鮮明で広視野角な表示を実現できた。

#### 【0051】

次に、光拡散層 11C の実施例として全方位散乱性のある図 17 に示す特性を有するものを用いた。光拡散層 11D として、図 18 に示すマイクロレンズアレイ（ピッチ約  $50\ \mu\text{m}$ ）を使用した。照明装置 20B として、図 8 に示した全方位において平行度の高い照明装置を用いた。その他は、図 16 と同様の構造とした。その結果、照明装置 20B で全方位平行度を高め、各層 13, 15, 30, 31 は略垂直に透過し、上部の光拡散層 11D で広げることで、鮮明で広視野角な表示を実現した。

#### 【0052】

更に、光拡散層として、前述の一軸光拡散層 11F, 11E を図 19 に示すように互いの拡散する方向を略直交させることで全方位拡散性の有する拡散板を作製できた。図 18 に示す構造に適用して、鮮明で広視野角な表示を実現できた。また、図 20 に示すような球形のビーズ 11G2 を配置し、隙間に吸収体 11G1 を配置し、更にはビーズへの入射効率を高めるためにビーズ 11G2 より屈折率の低い低屈折率層 11G3 を形成した。その結果、全方位に光拡散性を有する光拡散層が実現できた。この光拡散層 11G を図 18 に適用すると鮮明で広視野角な表示を実現できた。

#### 【0053】

次に、液晶表示素子 40 の表示モード実施例について説明する。

#### 【0054】

基本的に反射型色選択層による混色を無くすために反射型色選択層のストライプに直交する方向には少なくとも指向性を有する照明装置を用い、液晶表示素子の上面でその指向性を有する方向にのみ拡散させる構造とした。この構造においては、ストライプ方向に平行な方向では同一の色を表示するために混色がないために、ストライプ方向に指向性が無くても良い。しかし、ストライプ方向で斜め方向から見た場合は液晶表示素子の特性そのものを見ることになる。そこで、液晶表示素子の視野角特性の広い方向を配置することが必要である。そこで、一実施例として最も一般的な上下で液晶分子 13B が 90 度ツイストした TN 液晶を

適用し、吸収型偏光選択層 10 と 15 の吸収軸 10 A, 15 A を直交させ、上側、下側液晶分子配向方向 13 A, 13 B をそれぞれ図 27 に示すような配置とし、ノーマリホワイトモードの表示モードとした。液晶層 13 への電界は、図では省略してあるが、上下の透明電極に電圧を印加することで制御した。また、斜め入射に対して階調反転がなく、コントラスト比低下の少ない広視野角方向 40 A を図 1 図面の垂直方向、階調反転がありコントラスト比変化の大きい狭視野角方向 40 B を図 1 の左右方向に配置した。この結果、図 1 図面の左右方向は、照明装置に指向性があるための画像の混色がなく、また、上部の光散乱層 11 で拡散するために広視野角な表示を実現できた。一方、図 1 図面の垂直方向は、照明装置の指向性もなく、上部の光散乱層 11 が垂直方向には拡散性を有しないにも関わらず、広視野角な表示を実現できた。

#### 【0055】

次に、図 28 に示す初期平行配向の液晶分子 13 B を横電界 26 により液晶分子 13 B の配向を制御する横電界表示モードも適用した。吸収型偏光選択層 10, 15 の吸収軸 10 A, 15 A をそれぞれ直交させ、液晶分子 13 B の配向方向 13 A, 13 C を図のようにした構造とした。横電界表示モードにおいては、40 D が若干青色方向に変化し、40 C が若干黄色方向に変化するが、共に階調反転は生じない。従って、反射型色選択層 30 や反射型偏光選択層 31 の配置に依存するが、色の変化を極力低減できる 40 C 方向を広視野角方向とし、液晶分子の 13 B のプレチルトにより上下方向で特性の異なる 40 D 方向を狭視野角方向とした。図 1 の図面に垂直方向を 40 C とし、左右方向を 40 D とした。この結果、図 1 図面の左右方向は、照明装置に指向性があるための画像の混色がなく、また、上部の光散乱層 11 で拡散するために広視野角な表示を実現できた。一方、図 1 図面の垂直方向は、照明装置の指向性もなく、上部の光散乱層 11 が垂直方向には拡散性を有しないにも関わらず、広視野角な表示を実現できた。

#### 【0056】

次に、図 29 に示す正の誘電率異方性を有するホモジニアス配向（または、負の誘電率異方性を有するホメオトロピック配向）を適用した。液晶分子 13 B の立ち上がる（又は立ち下がる）方向は、電界により液晶分子の配向が制御される

ために視野角特性が狭く、狭視野角方向 40°F とした。また、それに直交する方向 40°E を広視野角方向として、図 1 の図面に垂直方向を 40°E とし、左右方向を 40°F とした。この結果、図 1 図面の左右方向は、照明装置に指向性があるための画像の混色がなく、また、上部の光散乱層 11 で拡散するために広視野角な表示を実現できた。一方、図 1 図面の垂直方向は、照明装置の指向性もなく、上部の光散乱層 11 が垂直方向には拡散性を有しないにも関わらず、広視野角な表示を実現できた。

#### 【0057】

以上、一軸又は全方位平行度の高い照明装置、一軸又は全方位散乱性を有する散乱層、方位により視野角依存性の存在する液晶表示素子の実施例を説明したが、それぞれ組み合わせて適用することが可能である。また、本実施例は、反射型色選択層及び反射型偏光選択層の実施例としてコレステリック層を用いたが、作用で述べたように誘電体多層膜、又は同様に機能するものを使用することができる。

#### 【0058】

##### 【発明の効果】

以上、本発明において、反射型の色選択手段、偏光選択手段を用いて光利用効率向上を目指した時に問題となる混色、画像の不鮮明さを無くすために色選択手段をストライプ状にし少なくともストライプ方向に垂直方向にのみ指向性を具備し、更に好ましくは、吸収型偏光選択手段と吸収型色選択手段を用いることで視野角特性を向上でき、その指向性を有する方向のみ液晶表示素子透過後拡散させることで、広視野角で鮮明な画像を得ることができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明のカラー液晶表示装置の一実施例を示す断面図である。

##### 【図 2】

本発明のカラー液晶表示装置の作用を示す断面図である。

##### 【図 3】

本発明のカラー液晶表示装置の作用を示す断面図である。

【図 4】

本発明の照明装置の一実施例を示す斜視図である。

【図 5】

本発明の照明装置の一実施例を示す断面図である。

【図 6】

本発明の照明装置の一実施例を示す斜視図である。

【図 7】

本発明の照明装置に適用する光学部材の斜視図である。

【図 8】

本発明の照明装置の一実施例を示す斜視図である。

【図 9】

本発明の照明装置に適用する光学部材の斜視図である。

【図 10】

本発明の照明装置の一実施例を示す断面図である。

【図 11】

本発明の照明装置の一実施例を示す断面図である。

【図 12】

本発明のカラー液晶表示装置の一実施例を示す断面図である。

【図 13】

本発明のカラー液晶表示装置の一実施例を示す断面図である。

【図 14】

本発明のカラー液晶表示装置の一実施例を示す断面図である。

【図 15】

本発明のカラー液晶表示装置の一実施例に適用する光学部材の斜視図である。

【図 16】

本発明のカラー液晶表示装置の一実施例を示す斜視図である。

【図 17】

本発明のカラー液晶表示装置の一実施例に適用する光学部材の斜視図である。



【図 18】

本発明のカラー液晶表示装置の一実施例を示す斜視図である。

【図 19】

本発明のカラー液晶表示装置の一実施例に適用する光学部材の斜視図である。

【図 20】

本発明のカラー液晶表示装置の一実施例に適用する光学部材の断面図である。

【図 21】

本発明のカラー液晶表示装置の一特性を示す図である。

【図 22】

本発明のカラー液晶表示装置の一特性を示す図である。

【図 23】

本発明のカラー液晶表示装置の一特性を示す図である。

【図 24】

本発明のカラー液晶表示装置の一特性を示す図である。

【図 25】

本発明のカラー液晶表示素子の一実施例を示す断面図である。

【図 26】

本発明のカラー液晶表示素子の一実施例を示す断面図である。

【図 27】

本発明のカラー液晶表示素子の一実施例を示す斜視図である。

【図 28】

本発明のカラー液晶表示素子の一実施例を示す斜視図である。

【図 29】

本発明のカラー液晶表示素子の一実施例を示す斜視図である。

【図 30】

従来のカラー液晶表示装置の一実施例を示す図である。

【図 31】

従来のカラー液晶表示装置の一実施例を示す図である。

【図 32】

本発明における光源の必要な平行度について説明するための図である。

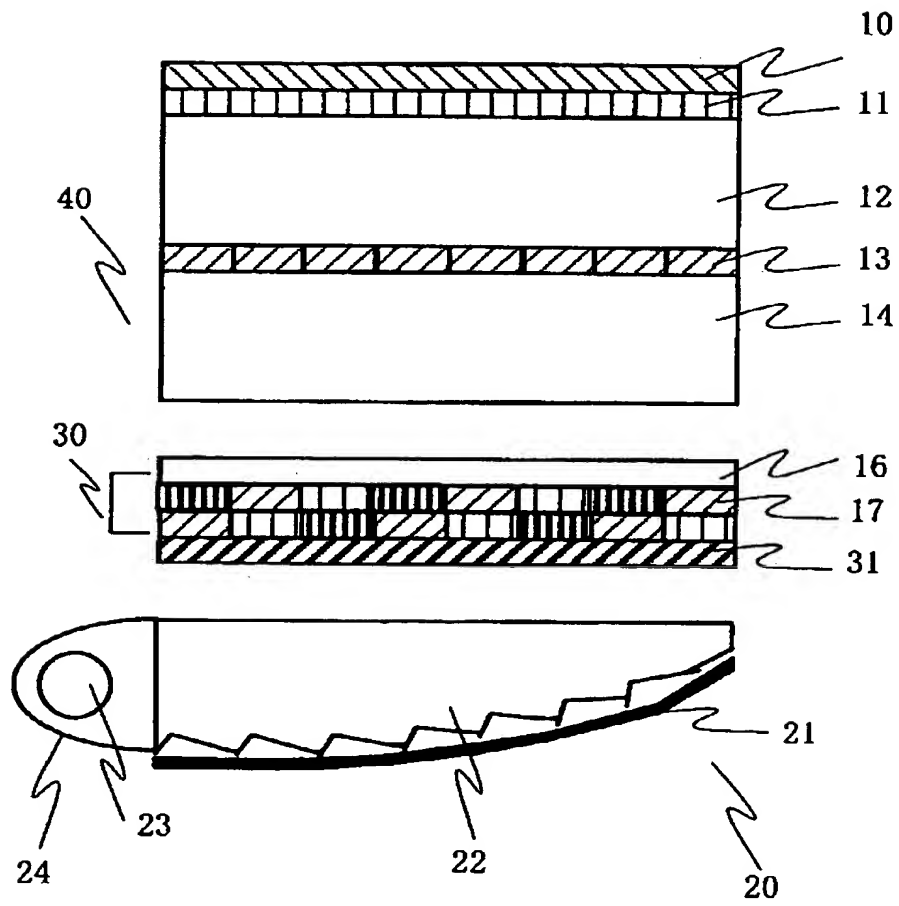
【符号の説明】

10, 15…吸収型偏光選択層、11…光散乱層、12, 14…透明基板、  
13…液晶層、16…位相差板、17, 18A…コレステリック層、18B,  
19…誘電体多層膜層、20…照明装置、21, 24…反射板、22…導光体、  
23…光源、25…出射特性、26…レンズシート、30…反射型色選択層、  
31…反射型偏光選択層、40…液晶表示素子、200～219…光の偏光状態

【書類名】 図面

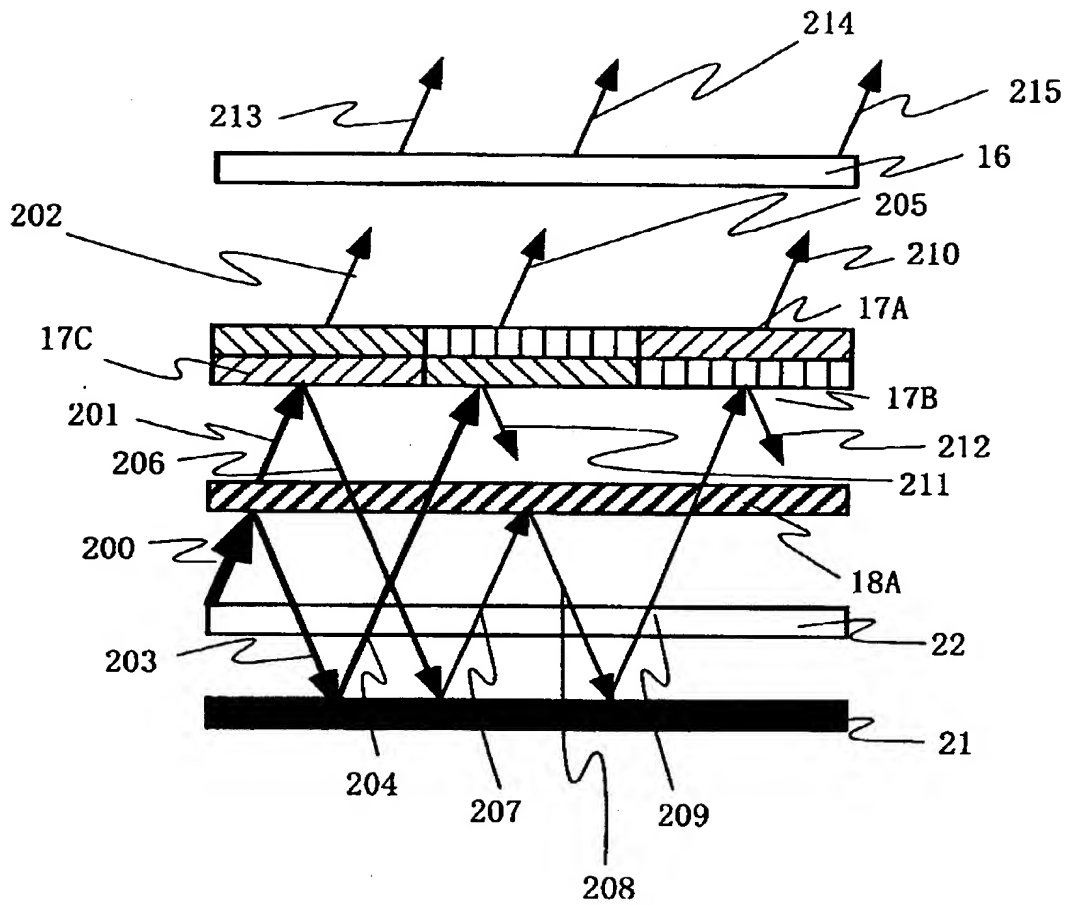
【図 1】

図 1



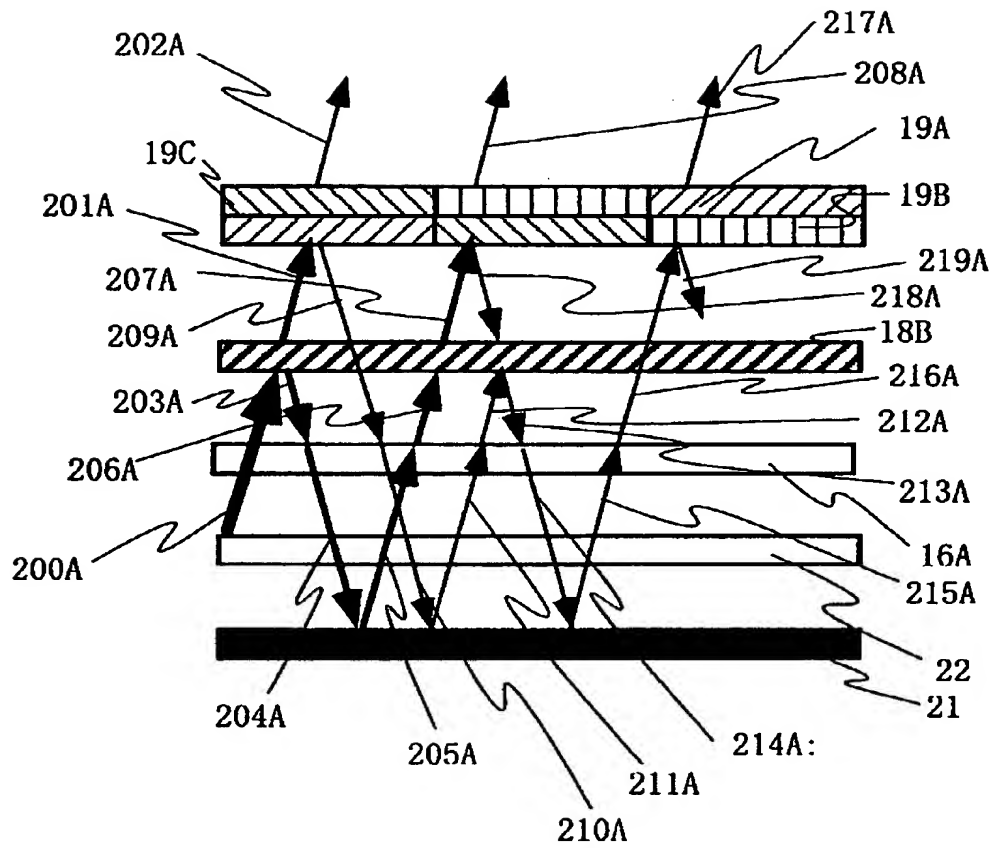
【図 2】

図 2



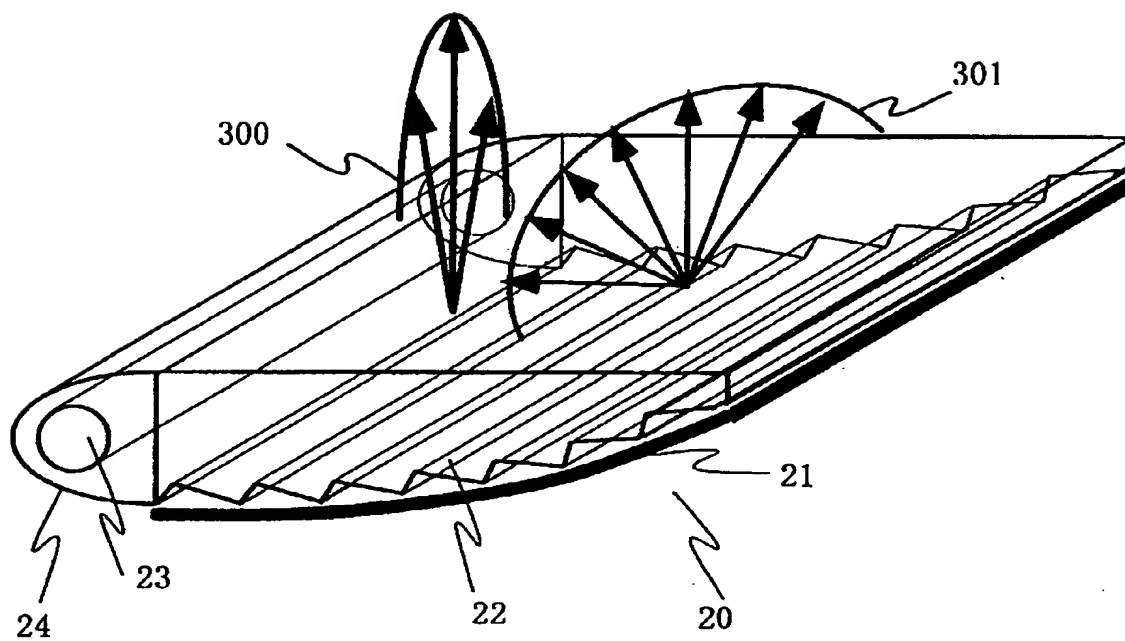
【図 3】

図 3



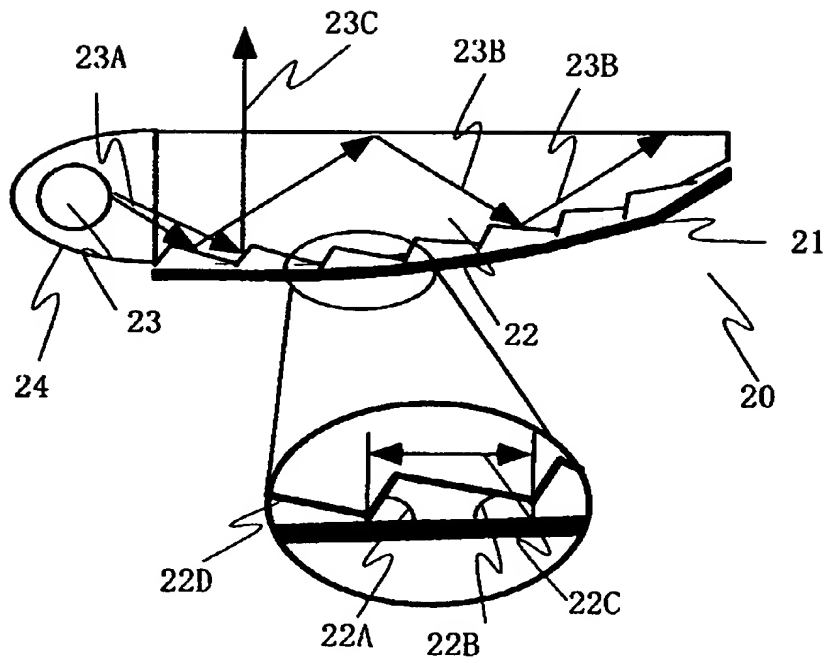
【図 4】

図 4



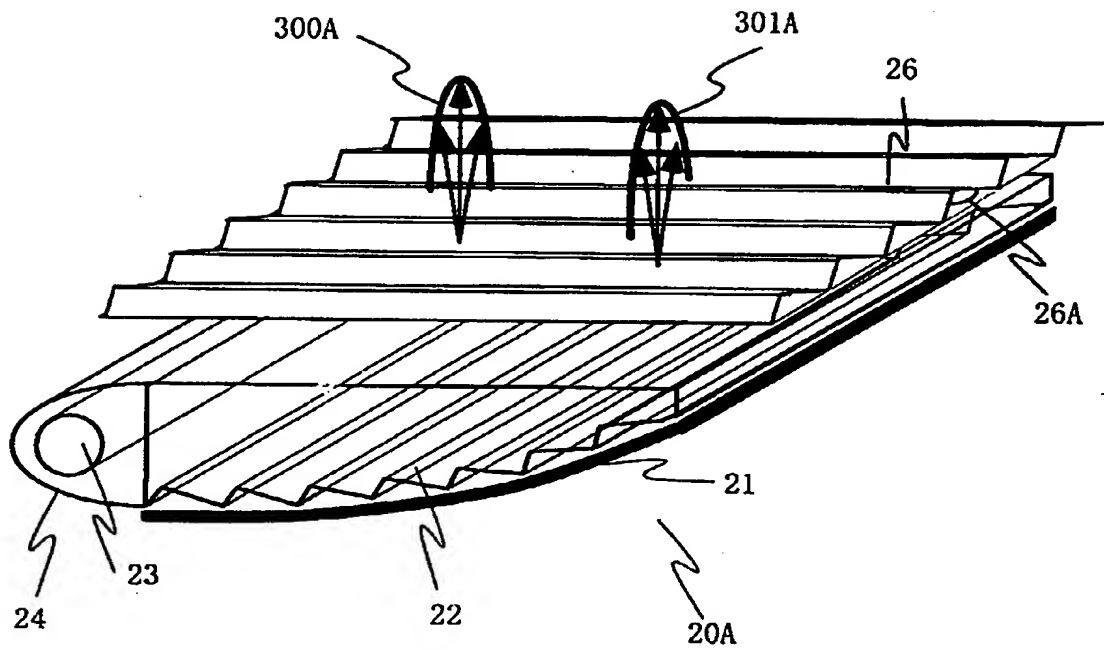
【図 5】

図 5



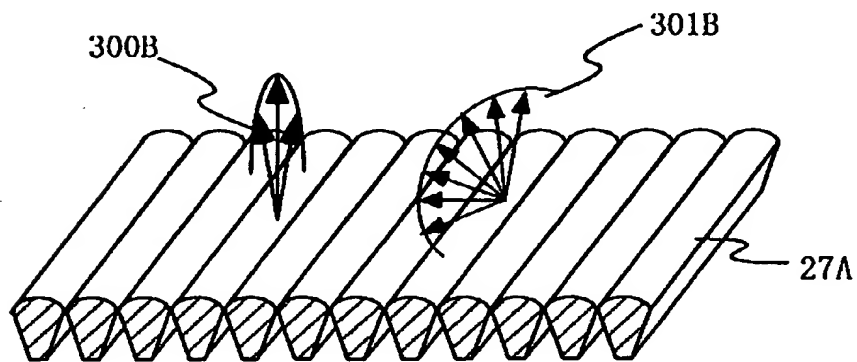
【図 6】

図 6



【図 7】

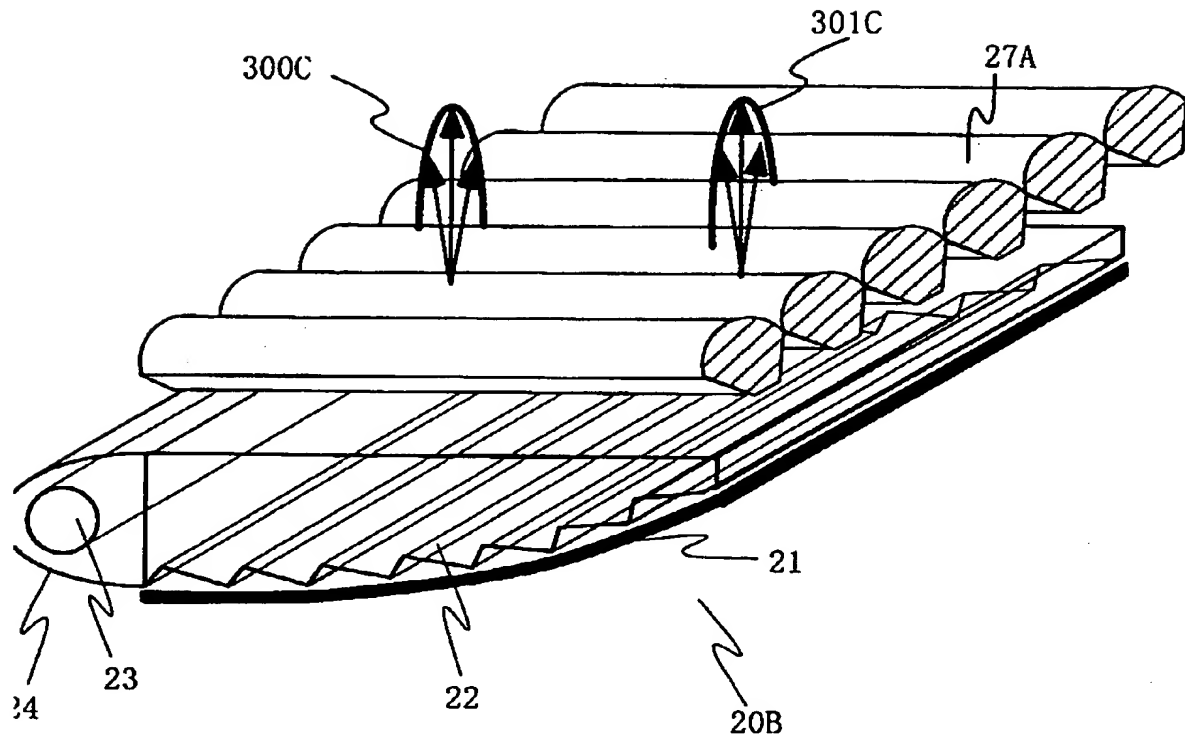
図 7





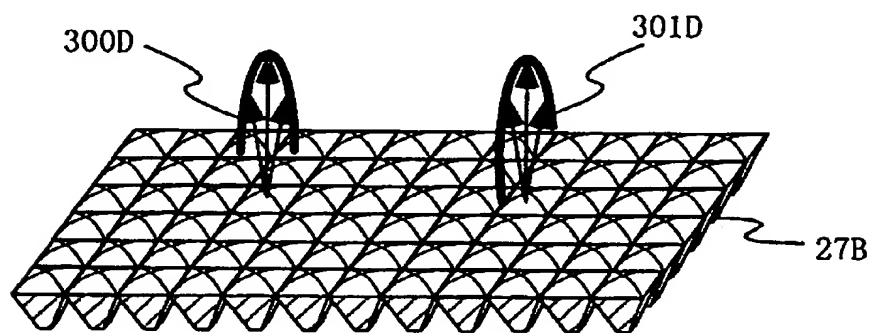
【図 8】

図 8



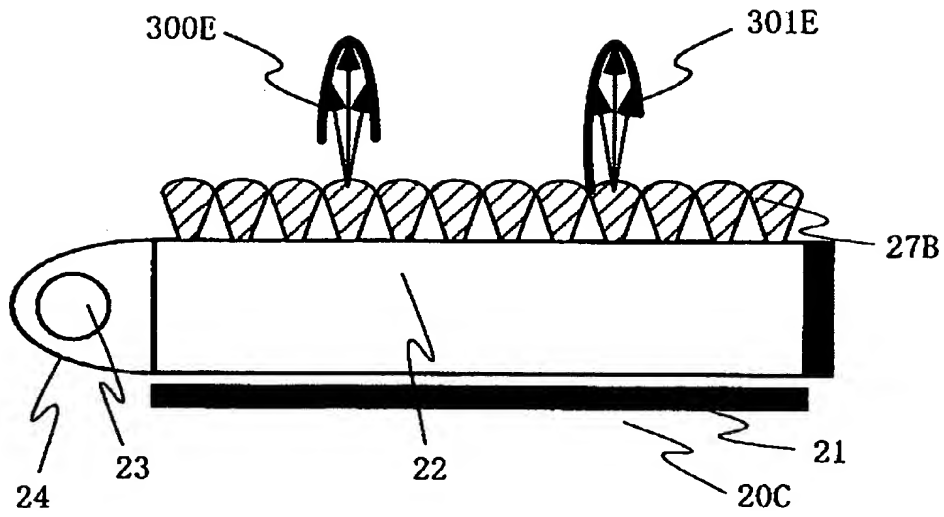
【図 9】

図 9



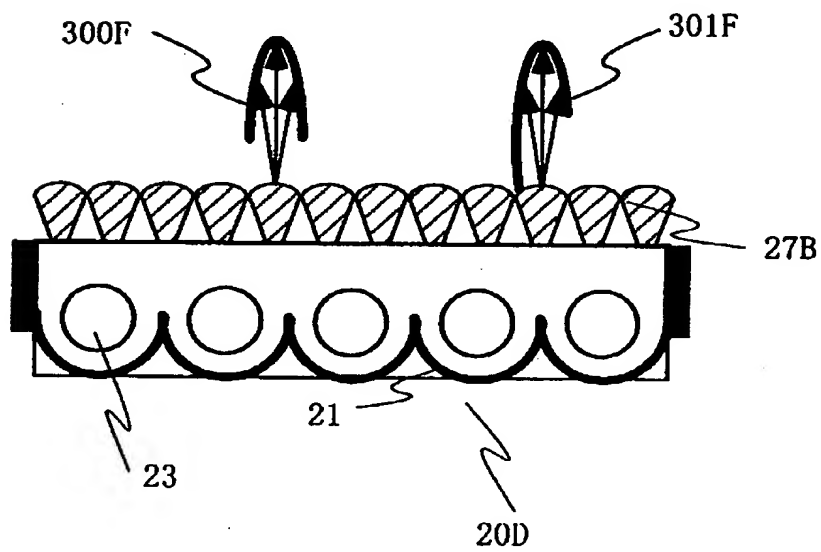
【図 10】

図 10



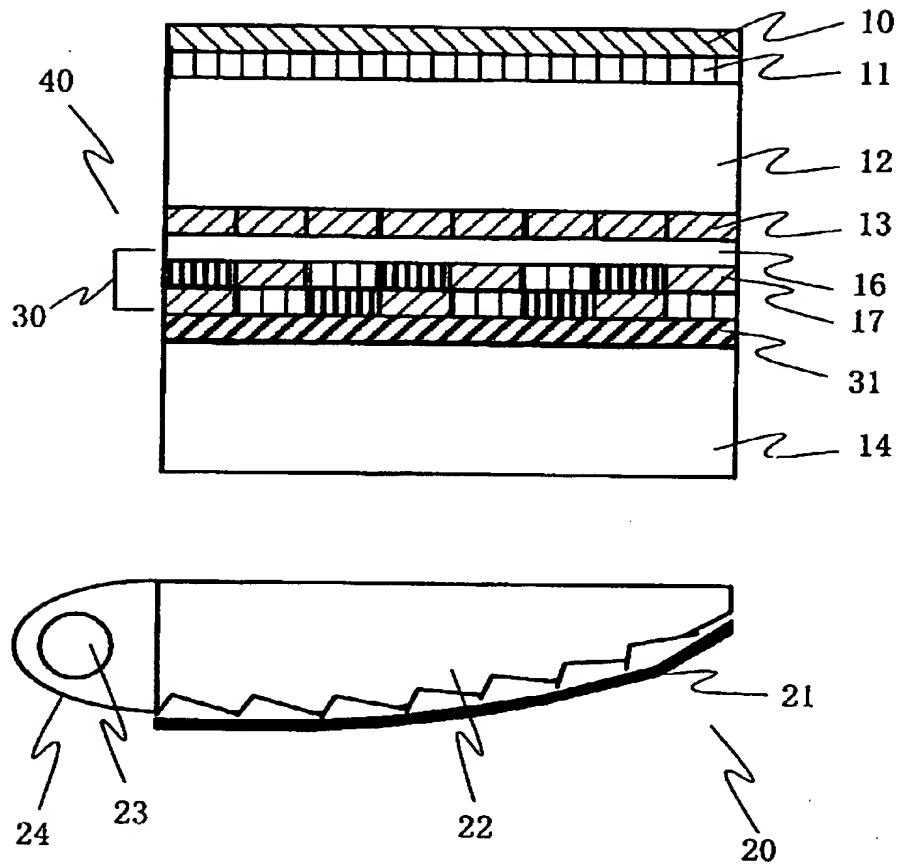
【図 11】

図 11



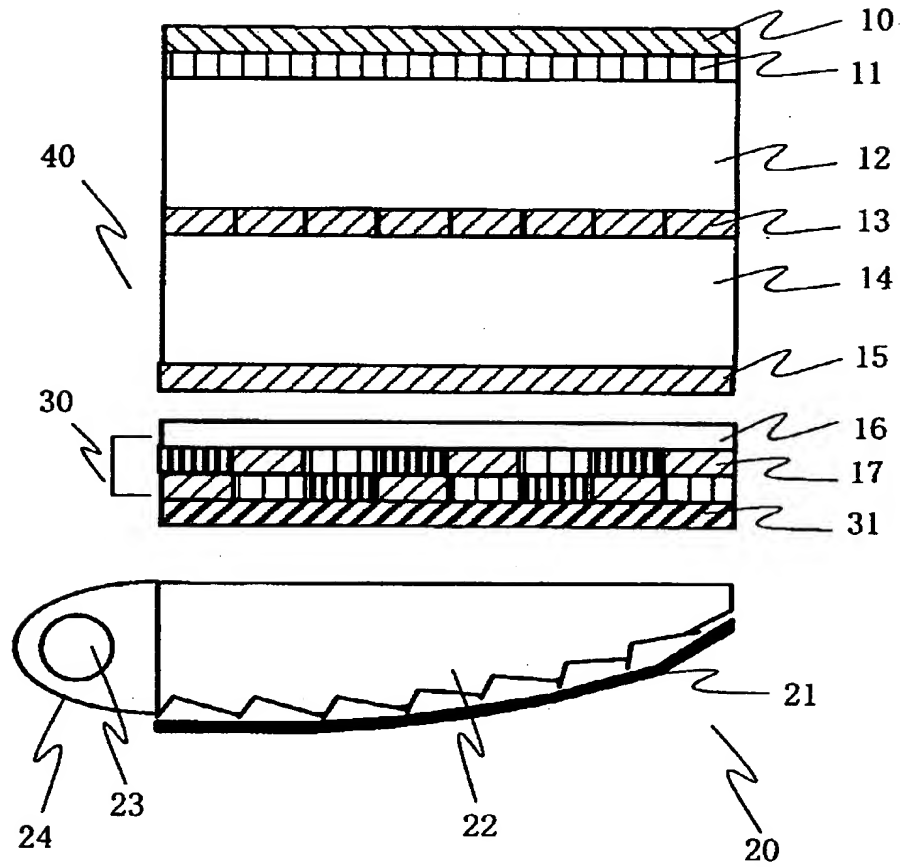
【図 12】

図 12



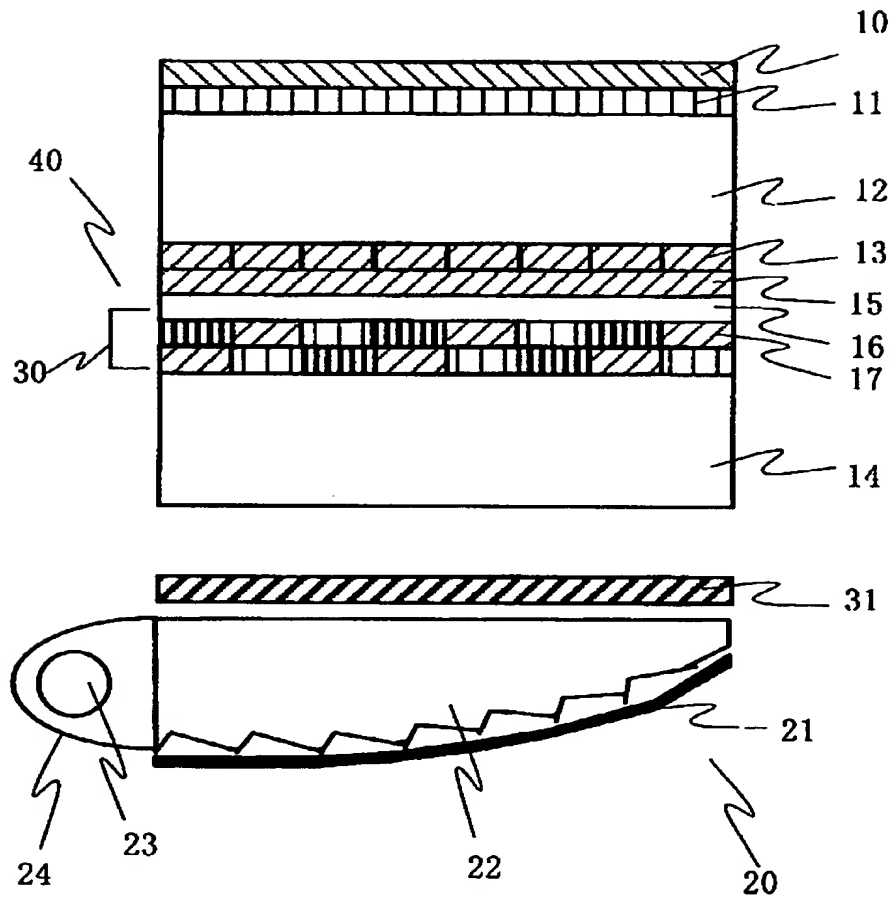
【図 13】

図 13



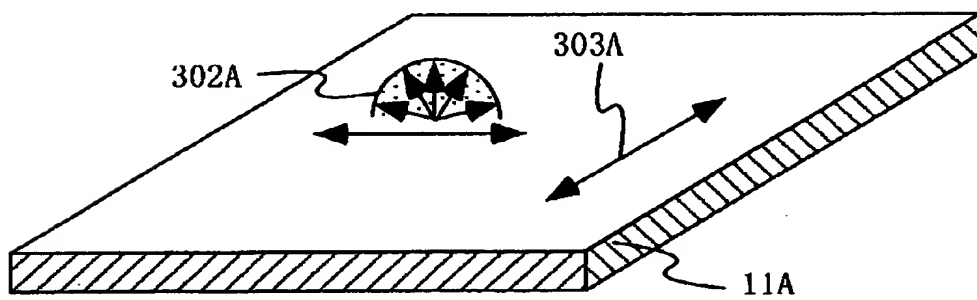
【図 14】

図 14



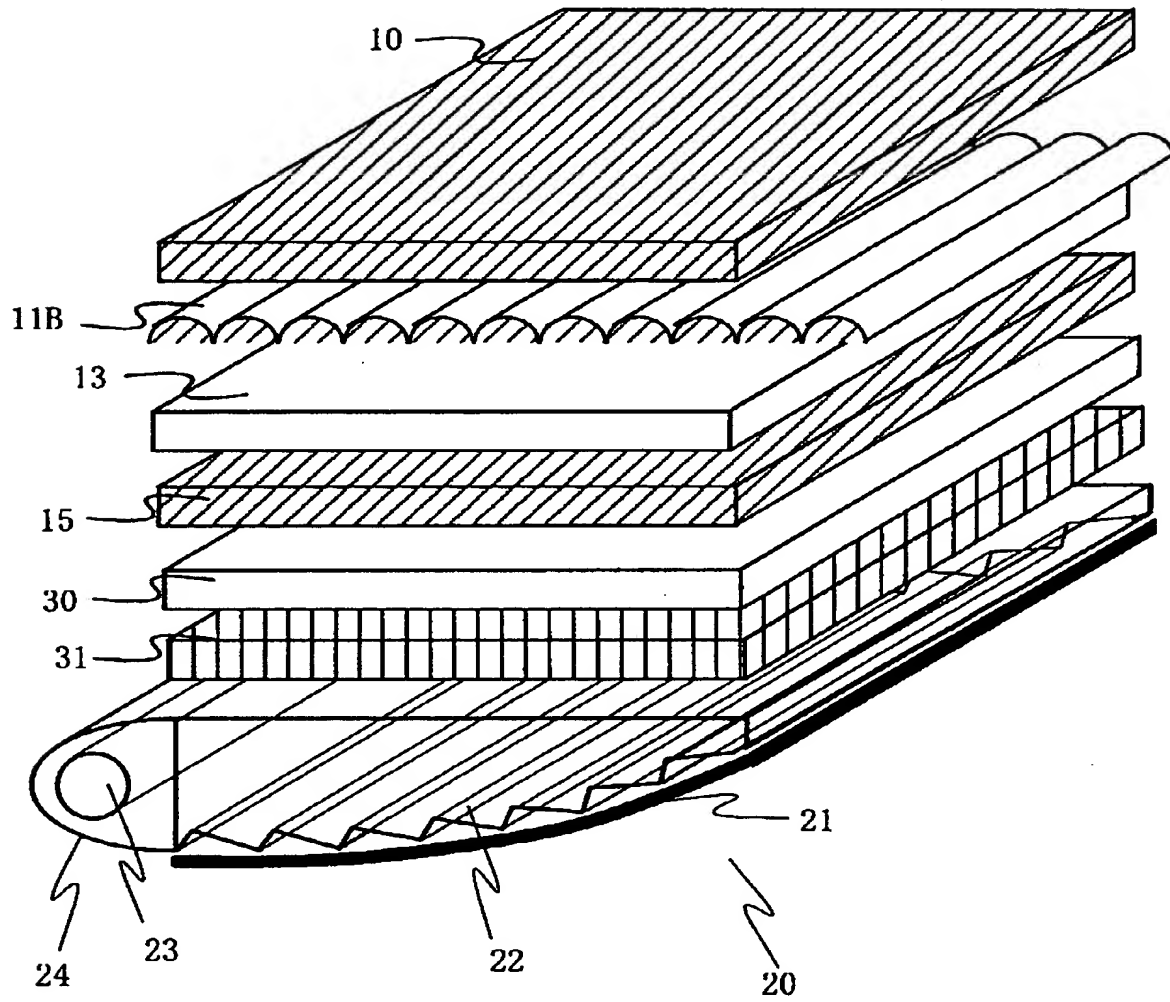
【図 15】

図 15



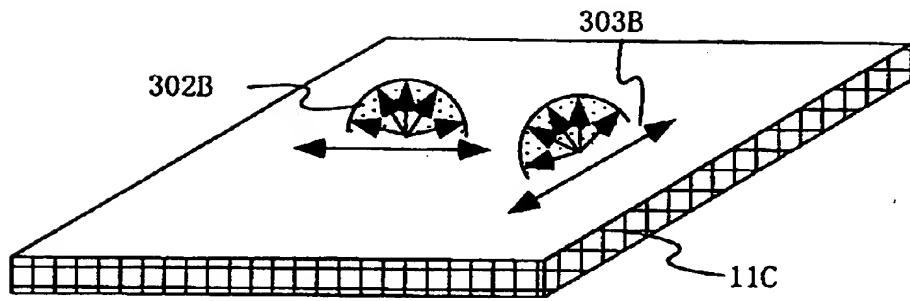
【図 16】

図 16



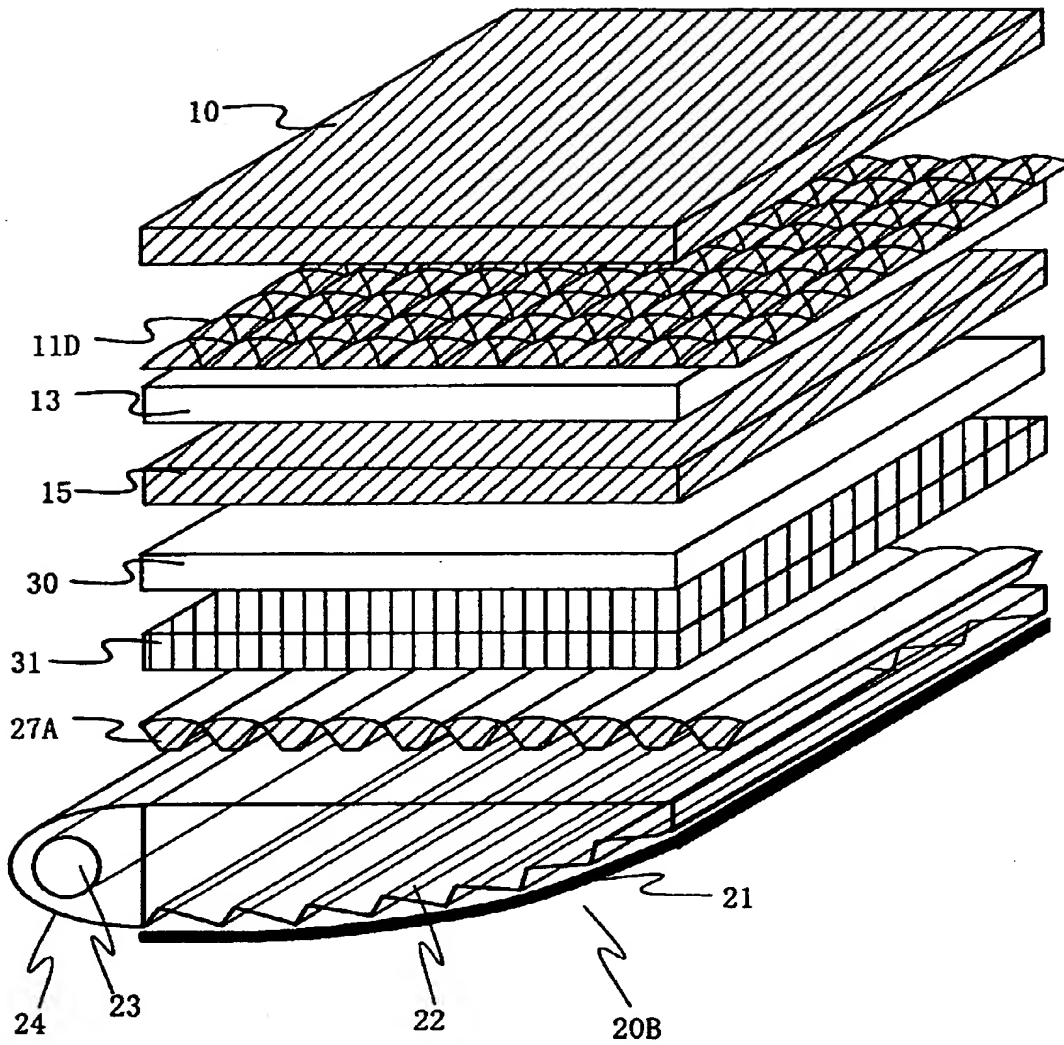
【図 17】

図 17



【図 18】

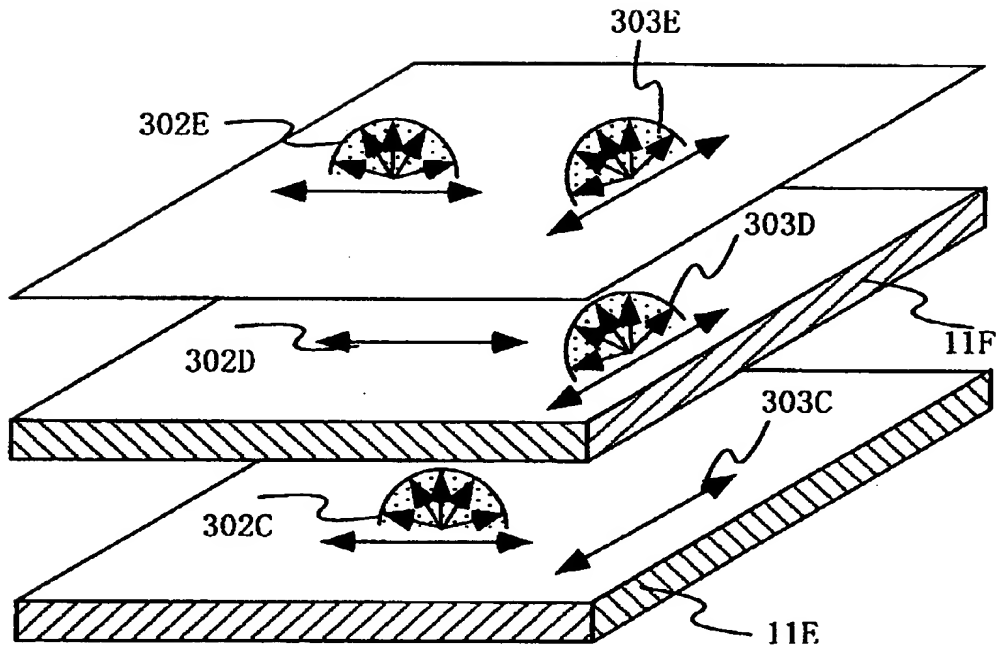
図 18





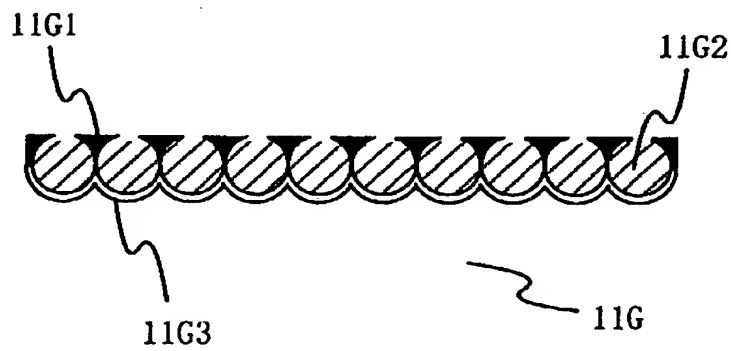
【図 19】

図 19



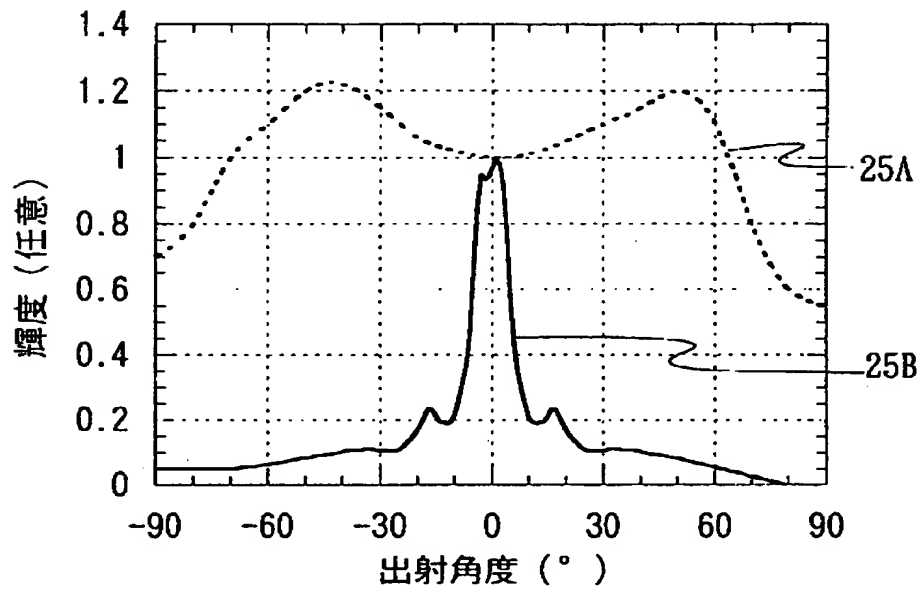
【図 20】

図 20



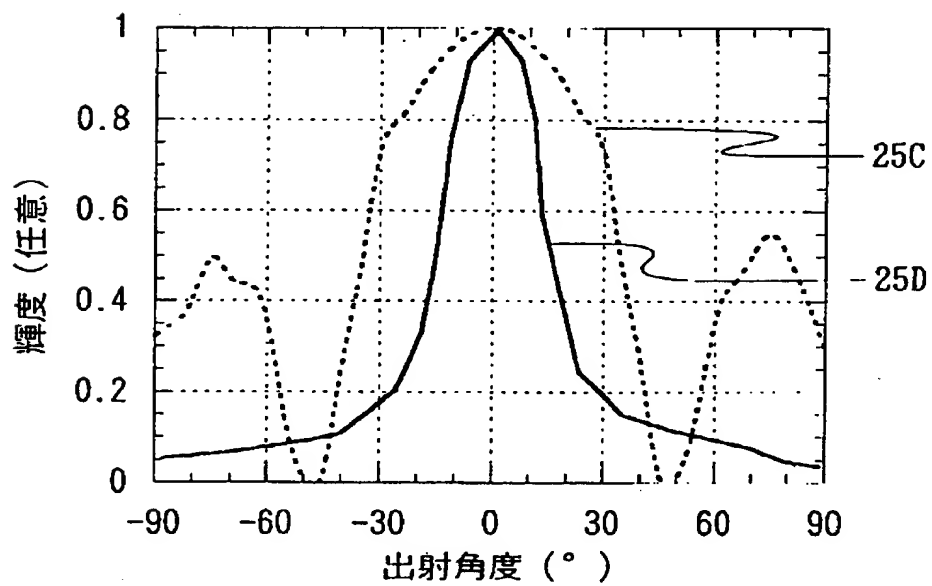
【图 2 1】

图 21



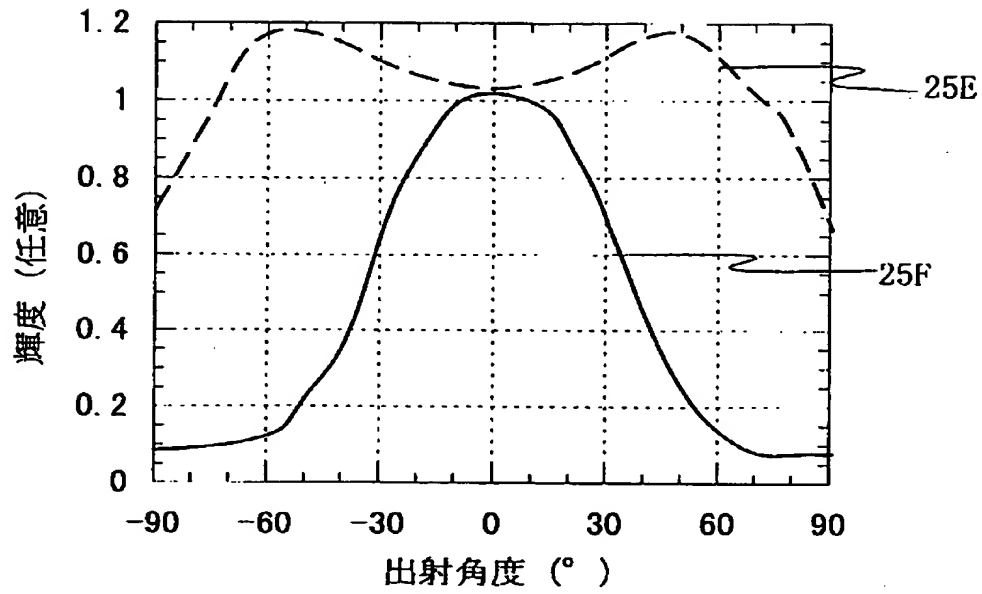
【图 2 2】

图 22



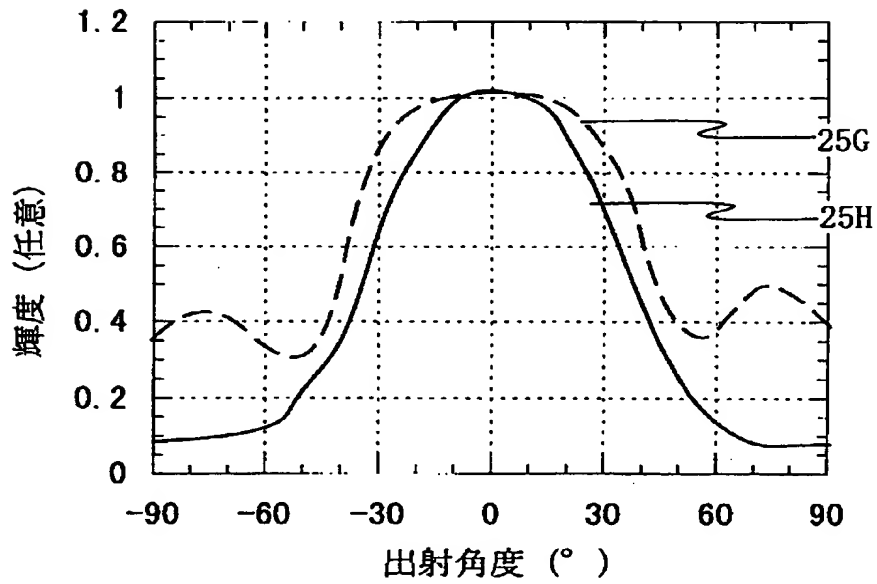
【図 23】

図 23



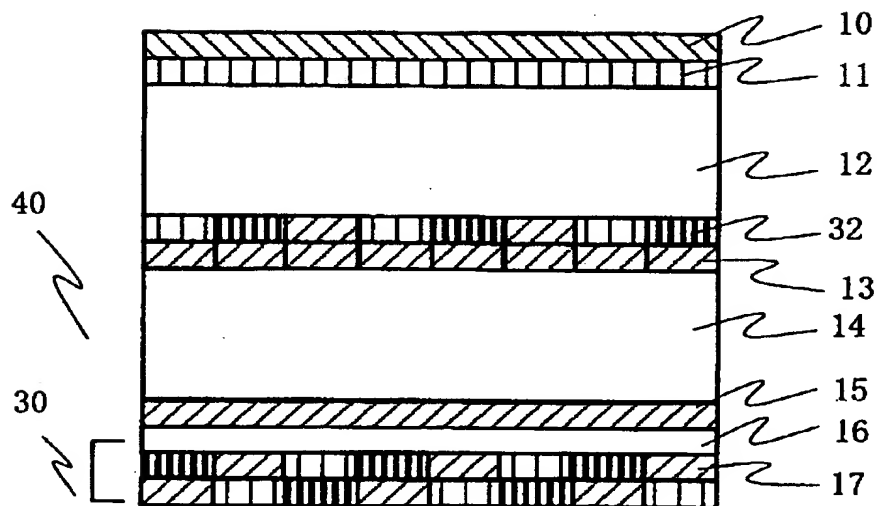
【図 24】

図 24



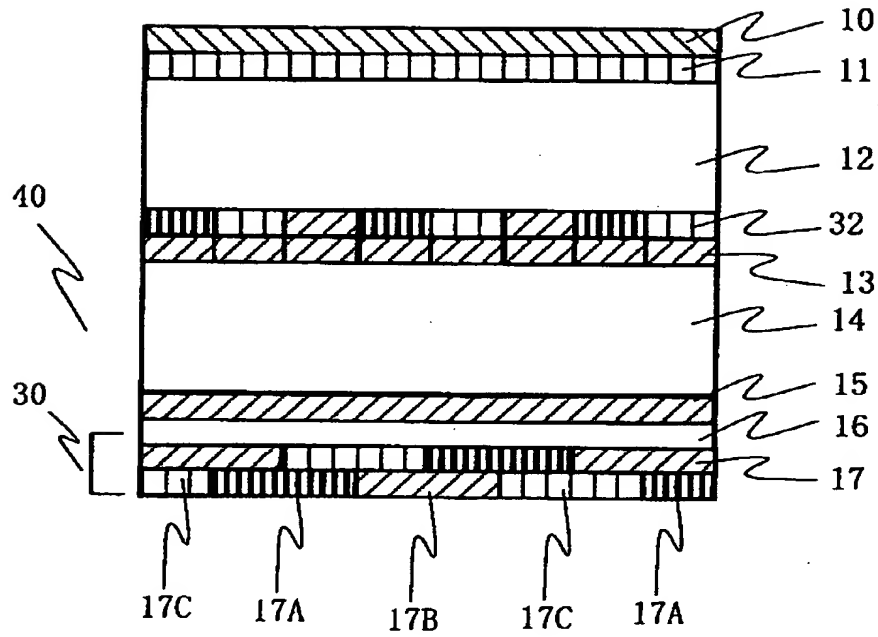
【図 25】

図 25



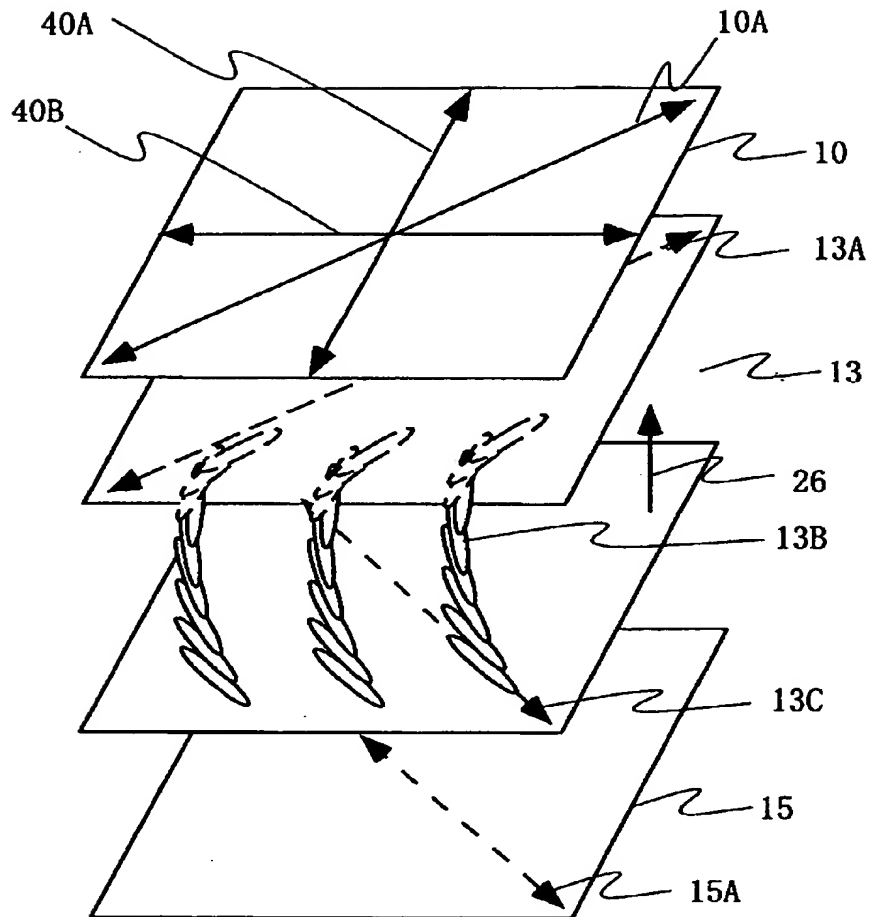
【図 26】

図 26



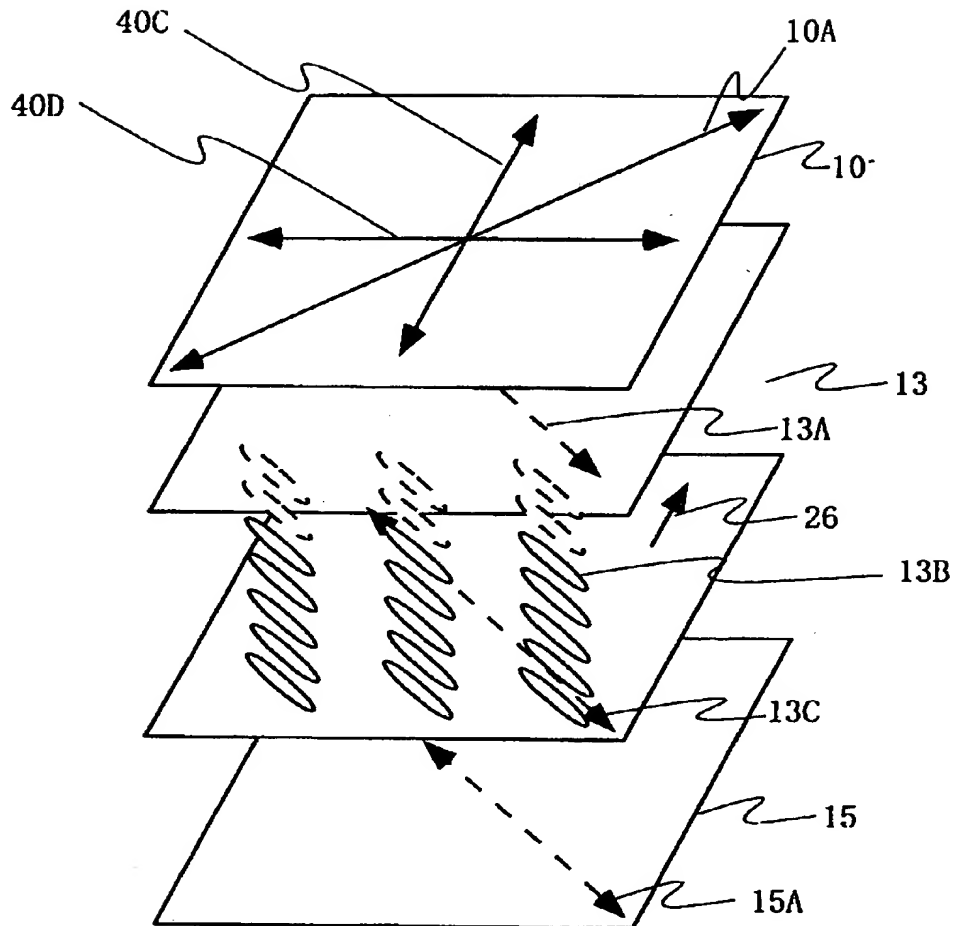
【図 27】

図 27



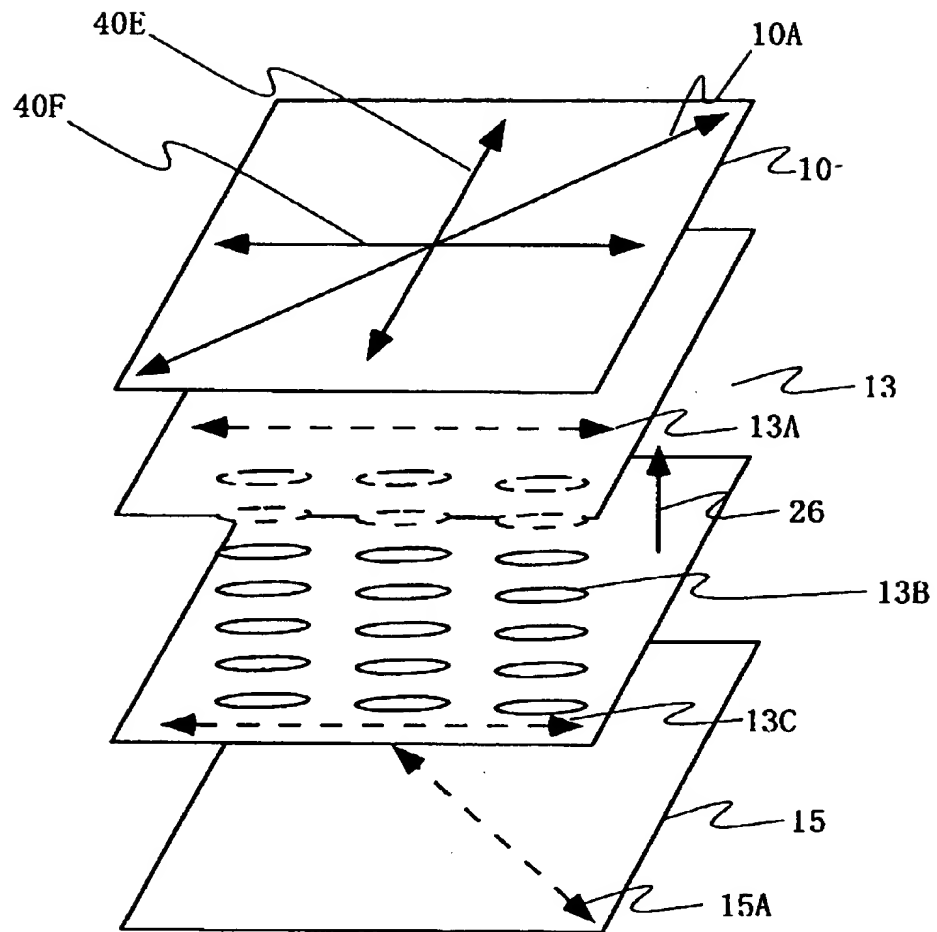
【図 28】

図 28



【図 29】

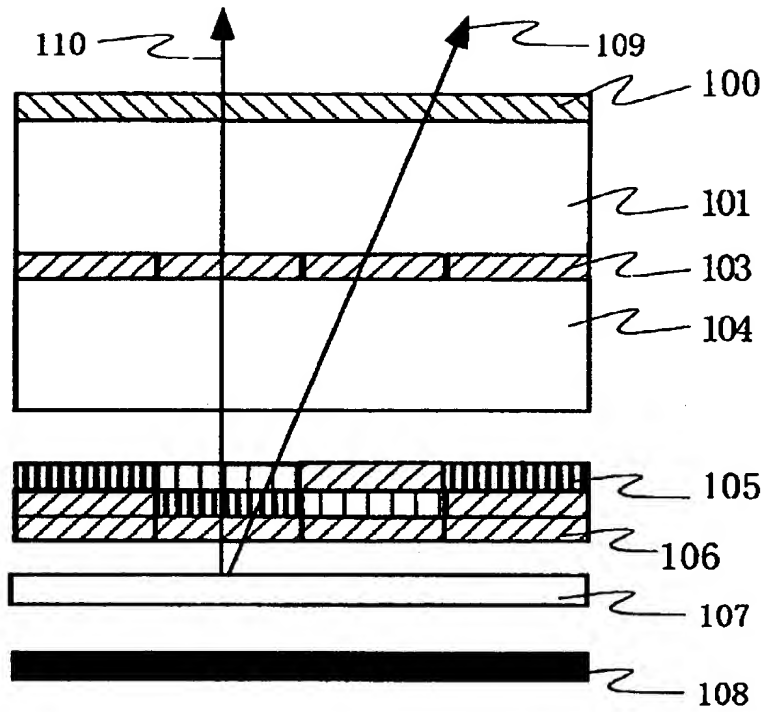
図 29





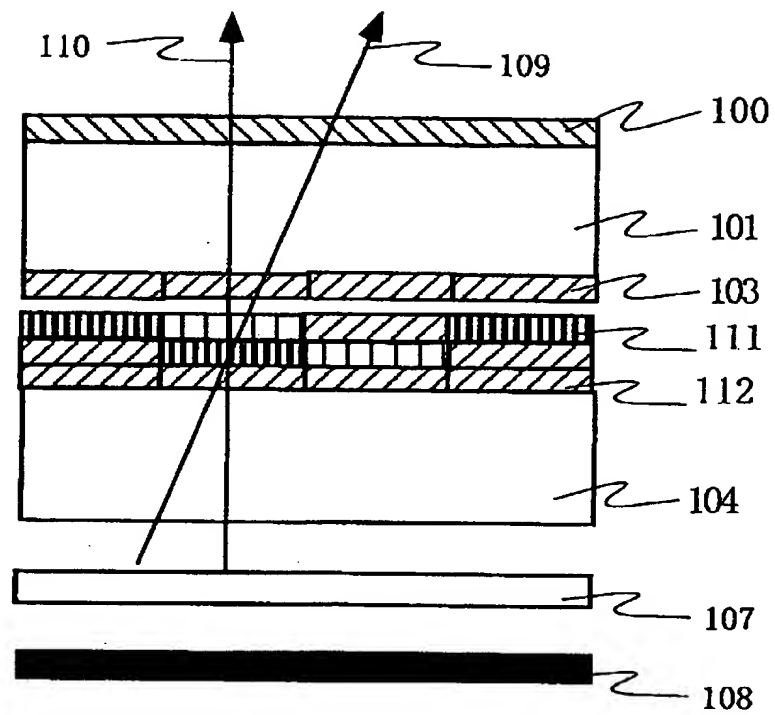
【図 30】

図 30



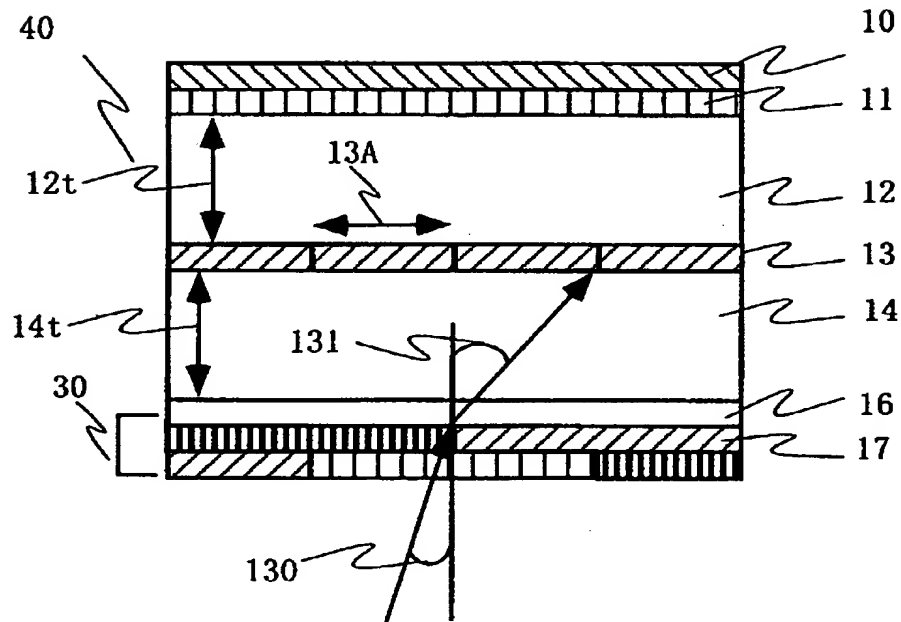
【図 31】

図 31



【図 32】

図 32



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

偏光板，カラーフィルタによる吸収損失を無くし光利用効率向上を目的とし、反射型色選択手段，反射型偏光選択手段を適用した時に問題となる画像の不鮮明さ，視野角依存の色変化，コントラスト比低下等の画質の低下を抑制し、広視野角で鮮明な画像を得ることにある。

【解決手段】

反射型色選択手段と反射型偏光選択手段を具備し、該色選択手段をストライプ状にし、少なくともストライプに直交する方向には指向性を有する照明装置を用い、液晶表示素子の表示面側に少なくともストライプに直交する方向に拡散性を有する一軸光拡散手段を配置した液晶表示装置である。更には、ストライプ方向には視野角の広い表示モードとする。

【選択図】 図1

【書類名】 職権訂正データ  
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】  
【識別番号】 000005108  
【住所又は居所】 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地  
【氏名又は名称】 株式会社日立製作所  
【代理人】 申請人  
【識別番号】 100068504  
【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内1-5-1 株式会社日立製  
作所 知的所有権本部内  
【氏名又は名称】 小川 勝男

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日	1990年 8月31日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
氏 名	株式会社日立製作所